

RECHERCHES ANATOMIQUES

SUR

LES GALLES

ÉTUDE DE QUELQUES DIPTÉROCÉCIDIES ET ACAROCÉCIDIES

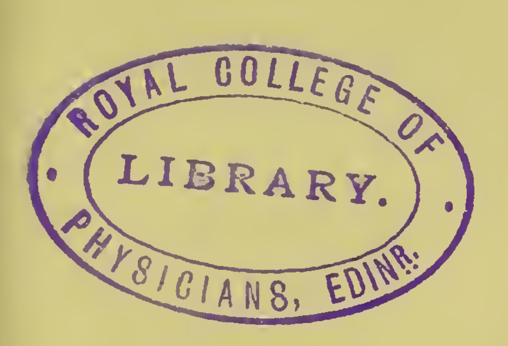
(Avec douze planches hors texte)

PAR

H. FOCKEU

DOCTEUR EN MÉDECINE — DOCTEUR ÈS SCIENCES

CHEF DE TRAVAUX A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE LILLE





PARIS
SOCIÉTÉ D'ÉDITIONS SCIENTIFIQUES
PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE
4, rue Antoine-Dubois, 4

1896

DU MÊME AUTEUR

Première liste de Galles observées dans le Nord de la France. *Revue biologique du Nord de la France*, 1889.

Contribution à l'histoire des Galles. Etude anatomique de quelques espèces. In-8° de 110 pages (22 figures dans le texte). Lille, 1889, Imp. Camille Robbe.

Note sur quelques Galles observées en Auvergne. *Revue biologique du Nord de la France*, 1889.

Deuxième liste de Galles observées dans le Nord de la France, *Ibidem*, 1890.

Observations sur la Galle du *Sinapis arvensis* déterminée par le *Ceuthorhynchus contractus* MARSCH (avec 3 figures dans le texte). *Ibidem*, 1890.

Note sur la Galle de l'*Hormomyia fagi* HARTIG (avec 3 figures dans le texte). *Ibidem*, 1890.

Galles observées dans le Nord de la France (Supplément et additions aux deux premières listes). *Ibidem*, 1891.

Notes sur les Acarocécidies : I. Phytoptocécidie du Marronnier produite par le *Phytoptus Hippocastani* FOCKEU (avec 3 figures dans le texte). *Ibidem*, 1891.

Notes sur les Acarocécidies : II. Phytoptocécidies de l'*Alnus glutinosa*. — Description de deux *Phytoptus* nouveaux (avec 5 figures dans le texte). *Ibidem*, 1891.

Notes sur les Acarocécidies : III. Quelques considérations sur les Phytoptocécidies. — Diagnose du *Phytoptus Moniezi* nov. sp. (avec 1 figure dans le texte). *Ibidem*, 1891.

Faune locale : La *Laverna decorella* STEPHENS, dans le Nord de la France. *Ibidem*, 1891.

Un cas de polydactylie (avec 2 figures dans le texte). *Ibidem*, 1891.

Note faunistique : Sur la présence à Chinon de la *Cecidomyia sisymbrii* SCHK. *Ibidem*, 1891.

Etude sur quelques Galles de Syrie : Acarocécidies (avec 6 figures dans le texte). *Ibidem*, 1892.

Etude sur quelques Galles de Syrie : Galles de Sauge. *Ibidem*, 1893.

Etude sur quelques Galles de Syrie : Galles de Térébinthacées. *Ibidem*, 1893.

Pathologie végétale : Nodosités pustuleuses des feuilles d'un *Clivia*. *Ibidem*, 1893.

Un cas curieux de syncarpie (avec 1 figure dans le texte). *Ibidem*, 1894).

Etude sur quelques Galles de Syrie : Galles d'Hémiptères ; Galles de Diptères (avec 4 figures dans le texte). *Ibidem*, 1894.

Note pour servir à l'Histoire de la Mycocécidie du Rhododendron. *Ibidem*, 1894.

Etude sur quelques Galles de Syrie : Galles de chênes ; Galles diverses (avec 3 planches hors texte). *Ibidem*, 1895.

Attaché depuis douze ans au Laboratoire de M. le Professeur MONIEZ, *à qui je dois l'idée première de ce travail, je prends plaisir à exprimer toute ma reconnaissance à mon cher et savant maître pour la sympathie qu'il m'a toujours témoignée. Après m'avoir choisi comme préparateur, il a continué à m'honorer de son amitié : je reste son élève dévoué.*

M. le Professeur TH. BARROIS *a bien voulu s'intéresser d'une façon spéciale à mes recherches. Grâce à son inépuisable obligeance, j'ai pu enrichir ma collection, non seulement de nombreuses galles du pays, mais de cécidies exotiques nouvelles : je lui adresse mes sincères remerciements.*

Je tiens aussi à exprimer l'assurance de ma profonde gratitude à mes premiers maîtres de la Faculté des Sciences de Lille : MM. les Professeurs GIARD, GOSSELET, BERTRAND, P. HALLEZ *et* CH. BARROIS.

RECHERCHES ANATOMIQUES SUR LES GALLES

Étude de quelques Diptérocécidies et Arocécidies

par Henri FOCKEU.

PRÉFACE

Dans un précédent travail publié en 1889, après avoir exposé l'historique général de la question des galles et donné les différentes définitions appliquées à ces excroissances végétales, j'ai étudié quelques types de cécidies foliaires produites sur le Chêne par des insectes du groupe des Cynipides (1). Aussi je ne reviendrai pas sur ces données générales.

Depuis cette époque, je me suis surtout attaché à l'étude des diptérocécidies et acarocécidies foliaires, les réunissant dans mes recherches à cause des grands rapports qui existent au point de vue morphologique entre ces deux groupes.

Mes recherches ont porté spécialement sur les galles foliaires du Hètre, du Saule, de l'Aulne et de l'Erable.

Ce nouveau travail est divisé en trois parties :

PREMIÈRE PARTIE. — Structure et développement des galles déterminées sur les feuilles du Hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.) par les *Hormomyia fagi* HART et *H. piligera* LOEW.

CHAPITRE I. — Galle de l'*Hormomyia piligera* LOEW.

CHAPITRE II. — Galle de l'*Hormomyia fagi* HART.

(1) H. Fockeu : *Contribution à l'histoire des galles. Etude de quelques espèces.* 1889, Lille.

DEUXIÈME PARTIE. — Diptérocécidies et acarocécidies du Saule. Etude des galles et galloïdes foliaires.

CHAPITRE III. — Types gallaires.

CHAPITRE IV. — Galloïdes.

TROISIÈME PARTIE. — Anatomie et développement des phytoptocécidies foliaires de l'Aulne et de l'Erable.

CHAPITRE V. — Phytoptocécidies de l'*Alnus glutinosa* GÆRTN.

CHAPITRE VI.— Phytoptocécidies de l'Erable (*Acer campestre* L., *A. platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. monspessulanum* L. et *A. opulifolium* VILL.).

En tête de chaque chapitre, j'exposerai l'énumération et la diagnose des cécidies connues sur la plante étudiée. Je signalerai ensuite, pour chaque cécidie, les principaux travaux zoologiques et botaniques qui la concernent.

Pour compléter le résumé bibliographique que j'ai donné dans mon premier mémoire, je dois citer l'important travail publié récemment par M. MOLLIARD (1) dans lequel ont été étudiées d'une façon magistrale les cécidies florales. C'est le seul travail français paru depuis 1889 sur l'anatomie des galles. Citons aussi à l'étranger WAKKER (2) et FENTZLING (3) qui ont décrit certaines mycocécidies en étudiant l'influence du parasitisme des Champignons sur les plantes.

Au point de vue zoologique, mentionnons enfin les recherches de KIEFFER et de NALEPA, qui ont éclairé d'un jour nouveau la question des Diptères et des Acariens gallicoles.

(1) Marin Molliard : *Recherches sur les cécidies florales*, Paris, 1895.

(2) Wakker : *Untersuchungen über den Einfluss parasitischer Pilze und ihre Nährpflanzen.* Pringsheim's Bot., XXIV, 1892.

(3) Fentzling : *Untersuchungen von Verand. welche durch Rostpilze hervorgerufen werden.* Freiburg, 1892.

Première Partie

STRUCTURE ET DÉVELOPPEMENT DES GALLES DÉTERMINÉES SUR LES FEUILLES DU HÊTRE COMMUN

PAR LES *HORMOMYIA PILIGERA* H. Lœw ET *HORMOMYIA FAGI* Hart.

Pl. I, II, III.

Le Hètre commun (*Fagus sylvatica* L.), abrite et nourrit un grand nombre d'insectes de tous les ordres. Les Diptères n'y sont représentés cependant que par quelques espèces pour la plupart gallicoles, parmi lesquelles il faut citer l'*Hormomyia fagi* Hart et l'*Hormomyia piligera* H. Lœw qui déterminent tous deux des excroissances visibles à la face supérieure des feuilles.

La localisation de ces deux galles étant identique et les insectes qui les produisent présentant quelques caractères communs, il est intéressant, je crois, de pouvoir comparer leur structure et leur développement.

Chapitre Premier

GALLE DE L'*HORMOMYIA PILIGERA* H. Lœw

Syn. : Cecidomyia annulipes Hartig
Oligotrophus piliger H. Lw.

Planches I et II

Cette petite galle, uniloculaire, de forme pyramidale, jaune verdâtre au début, devenant brunâtre à maturité, peut atteindre cinq millimètres de hauteur. On remarque fréquemment, à son extrémité, des prolongements disposés radialement qui lui donnent l'aspect d'un petit polypier. Sa surface est recouverte de poils bruns très brillants. Elle est située en nombre variable à la face supérieure des feuilles du Hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.) de chaque côté de la nervure médiane.

J'ai récolté cette galle dans la plupart des bois de la région du Nord (1). Elle est commune en France et en Allemagne.

La galle de l'*Hormomyia piligera* apparaît, au printemps, sous la forme d'une tache brunâtre au centre de laquelle on aperçoit, à la loupe, un petit orifice. Si l'on introduit la pointe d'une aiguille à travers cet orifice, on détache facilement l'épiderme qui donne à la tache sa coloration brune et l'on met à nu une touffe de poils d'un brun ferrugineux, brillants, enchevêtrés les uns dans les autres, qui se redressent pour la plupart aussitôt qu'ils sont mis en liberté.

Ces détails, que j'appellerai macroscopiques, ont été très bien mis en lumière par Löw (2). Réaumur (3) avait déjà du reste observé

(1) H. Fockeu : *Première liste des galles observées dans le Nord de la France.* Revue biologique du Nord de la France, 1889, p. 188.

(2) Fr. Löw : *Cecidiologische Notizen* Verhandlungen der kais. könig. Zoolog. botan. Gesellschaft Wien. 1886. Band. XXXVI, p. 97.

(3) Réaumur : *Mémoire pour servir à l'histoire des insectes*, Paris, 1737.

et figuré la cécidie de l'*H. piligera* à son début ; elle avait également frappé l'attention de Vallot (1) et de Fée (2) qui assimilait à tort la galle arrivée à ce degré de développement à une acarocécidie du genre *Erineum* et la présence de la « petite membrane blanche, mince, papyracée» existant à la surface des poils lui avait fait considérer cette production érinéenne comme « anormale ». Bremi (3) a comparé assez justement l'orifice central de la membrane en question à une pupille.

A part quelques notes incluses dans le travail de Lőw et dues à la collaboration du Docteur Molisch, nous ne possédions jusqu'ici aucune notion anatomique sur la galle de *l'H. piligera* : je crois avoir comblé cette lacune.

J'ai suivi le développement de cette galle depuis son apparition à la surface de la feuille, jusqu'au moment où, flétrie, elle tombe sur le sol, laissant à la surface du limbe une cicatrice brunâtre, en forme de cupule, suivant un processus que l'on retrouve dans la plupart des galles d'*Hormomyia* d'origine foliaire.

Étude du développement

I

Le tout premier stade, qui précède celui sommairement décrit par Réaumur et Lőw et qui paraît avoir échappé à ces observateurs, se manifeste par une tache brune accompagnée d'une dépression de la face supérieure de la feuille. Si l'on pratique une coupe transversale de la feuille de Hêtre à ce stade, on constate :

1° Une diminution dans l'épaisseur du limbe foliaire.

2° Une altération locale des tissus.

Ces deux phénomènes anatomiques, concomitants, me paraissent devoir être attribués à l'action d'un liquide caustique émanant de

(1) Vallot : Mémoire de l'Académie des Sciences, Arts et Belles lettres de Dijon, 1819, p. 109.

(2) Fée : *Mémoire sur le groupe des Phylleriées et notamment sur le genre Erineum*, 1834, p. 30.

(3) Bremi : *Beitræge zu einer Monographie der Gallmücken*,1847, p. 15.

la larve. J'ai vainement cherché, en cet endroit, une trace de piqûre, un trajet quelconque à travers le mésophylle de la feuille, mais j'ai toujours vu, à ce stade, à la face inférieure de la feuille (et ceci me paraît avoir une grande importance pour l'étude du développement), une excoriation épidermique affectant les cellules en contact immédiat avec la larve gallicole.

Je me suis demandé si cette excoriation était due à une action mécanique déterminée par l'insecte adulte au moment de la ponte, ou si elle n'était pas en rapport avec la mortification des cellules.

« EXPÉRIMENTATION »

Pour trancher cette question il aurait fallu assister directement à la ponte de l'insecte. C'est ce que j'ai essayé de faire dans mon laboratoire. Mes expériences ont porté simultanément sur les galles d'*Hormomyia fagi* et *piligera*.

§ 1. — J'ai placé, sous une cloche de verre, un jeune plant de Hêtre poussé en pot et en serre et j'ai fait habiter cette chambre d'expérience par des *Hormomyia piligera* et *H. fagi* éclos en boîte et au nombre de douze de chaque espèce, dont huit femelles et quatre mâles. Le résultat de ces expériences, que j'ai répétées plusieurs fois dans un intervalle de deux ans, a été complètement négatif. Les insectes avaient pourtant à leur disposition des feuilles très tendres ; mais il est probable qu'il leur manquait certaines conditions biologiques susceptibles d'exciter la ponte, car je n'ai assisté à aucune éclosion et les cinq feuilles qui constituaient l'appareil foliaire du plant en expérience, examinées en détail par transparence sur les deux faces avec l'objectif 2 de Verick, ne m'ont montré absolument rien.

§ 2. — J'ai alors tenté une seconde expérience. J'ai retiré de jeunes galles d'*Hormomyia fagi* et *piligera*, des larves bien vivaces, en procédant avec soin par dissociation et j'ai déposé ces larves à la surface de jeunes feuilles de Hêtre toujours placées dans les mêmes conditions. Les larves, après avoir fait quelques mouvements comme pour se mettre en équilibre, ne tardèrent pas à se fixer à la surface des feuilles, la face ventrale appliquée contre l'épiderme. Au bout de quatre à cinq jours il était déjà difficile de

les détacher avec l'extrémité d'un fin pinceau ; elles opposaient une certaine résistance à cause de leur adhérence à l'épiderme.

Malheureusement, cette seconde série d'expériences ne put jamais avoir une longue durée. Au bout de quelques jours, les larves ne tardaient pas à mourir. Après les avoir détachées de la surface du limbe, j'ai pu constater, à leur place, une certaine altération locale des cellules épidermiques se manifestant par une tache brunâtre.

Je me suis demandé alors si ce phénomène n'était pas dû à un produit de sécrétion de la larve et si l'on ne pouvait pas, en somme, rapporter l'apparition du premier stade au contact direct de l'animal à l'état larvaire sur la feuille.

§ 3. Quelques jeunes larves furent sacrifiées et le liquide obtenu par leur trituration fut déposé, en gouttelettes, à la surface du limbe ou introduit par de fines piqûres à l'intérieur des tissus de la feuille.

§ 4. Je fis de même avec de l'acide formique très dilué. Les résultats furent dans tous les cas négatifs. Jamais je ne parvins à provoquer à la surface de la feuille la moindre trace d'excroissance.

§ 5. On arrive au même résultat négatif lorsqu'on fixe, à la surface de la feuille, des corps étrangers organiques ou vivants. Des grains de sable que l'on incruste dans l'épiderme après les avoir plongés dans une solution formique ou dans le liquide exprimé de jeunes larves, des spores de Lycopode introduites de la même façon, ne provoquent aucune réaction des tissus.

En 1893, découragé de poursuivre la solution de ce problème, j'avais parlé de mes expériences à M. le Professeur Pouchet, en lui demandant de vouloir bien les reproduire et les contrôler dans son laboratoire. Le regretté Professeur m'avait aimablement communiqué, à cette époque, le résultat des recherches inédites qu'il avait tentées jadis sur les galles des Cynipides et qui avaient été tout aussi inféconds. La question l'avait séduit et il m'avait promis de recommencer des expériences du même genre avec les Cecidomyides. Malheureusement je n'ai jamais connu le résultat de son travail.

Je laisse cette étude aux zoologistes, persuadé qu'elle est plutôt de leur compétence. Pour arriver à une conclusion certaine il fau-

drait, je crois, connaître d'une façon précise les conditions biologiques de la ponte de l'insecte.

Mes expériences, si élémentaires qu'elles soient, me donnent la conviction qu'il ne doit y avoir aucune piqûre au moment de la ponte. L'insecte produit peut-être alors une excoriation locale d'une ou plusieurs cellules épidermiques et l'œuf est déposé dans cette sorte d'excoriation : je suis convaincu que la présence de cet œuf ne provoque aucun travail hypertrophique dans les tissus de la feuille. Mais aussitôt après l'éclosion de la larve les cellules épidermiques s'élèvent autour d'elle. Cependant aucune excroissance n'apparaît encore à la face supérieure du limbe, à cause de la mortification locale des cellules du parenchyme foliaire que nous avons signalée plus haut.

L'apparition de la galle est selon moi en rapport avec la vitalité de la larve et aussi avec son développement. Ainsi s'expliquent les déceptions que l'on rencontre lorsque l'on place l'animal dans des conditions biologiques différentes de celles qui sont nécessaires à son existence.

Ces observations peuvent également s'appliquer aux cécidies déterminées par d'autres groupes d'insectes. Toutes les expériences tentées jusqu'ici sur les hyménoptérocécidies, surtout sur celles des Cynipides, sont restées sans succès. Pourtant, dans ce groupe de cécidies, il est bien évident que l'insecte gallicole dépose un œuf après avoir piqué les tissus de la plante. Des piqûres expérimentales faites par Beyerinck (1) au niveau de la zone cambiale n'ont provoqué l'apparition d'aucun tissu nouveau. Cependant en l'espèce, l'action mécanique portait sur des éléments cellulaires susceptibles de se cloisonner d'une façon certaine. Dans tous les cas le résultat s'est borné à une lésion organique.

Au contraire si l'on introduit, dans un tissu vivant, un élément également vivant, les conditions changent. Les inoculations de cultures de bactéries de Lupin dans un sol contenant des Légumineuses viennent à l'appui de ma thèse. Dans ce cas, les excoriations déterminées sur les racines par les particules solides du sol servent de porte d'entrée aux bactéries ayant conservé toute leur vitalité et l'on ne tarde pas à voir apparaître, en ces points, des excroissances

(1) Beyerinck : *Beobachtungen über die ersten Entwickelungsphasen einiger Cynipidengallen*, Amsterdam, 1882.

gallaires ayant les mêmes propriétés que celles d'où proviennent les bactéries inoculées.

II

Quoiqu'il en soit de ces expériences qui ressortent plutôt, je le répète, du domaine de la zoologie expérimentale que de celui de la botanique, examinons maintenant le développement ultérieur de la galle qui nous occupe.

Au phénomène de mortification locale, que l'on peut à peine considérer comme faisant partie du développement de la galle et qui est plutôt une manifestation purement mécanique, fait bientôt suite l'apparition de l'excroissance.

Un travail hypertrophique s'effectue tout autour de la jeune larve et se manifeste extérieurement par la formation d'un bourrelet annulaire assez épais faisant saillie à la face inférieure de la feuille.

Si l'on pratique une coupe transversale à ce stade, on remarque, dans le parenchyme lacuneux qui remplit une des plus fines mailles des nervures, un cloisonnement très actif des cellules, et de ce fait, la disparition complète des lacunes creusées au milieu de ce parenchyme (Pl. I, fig. 1 et 2).

A partir de ce moment, les tissus normaux de la feuille sont complètement modifiés ; la formation de la galle commence.

Les cellules qui résultent de ce cloisonnement sont des éléments aplatis, à parois fines, alignés en séries régulières radiales, gorgés de protoplasma. Le travail hyperplasique interne qui provoque le cloisonnement en question va du centre à la périphérie, c'est-à-dire que les premières cellules apparues sont en contact immédiat avec la larve.

De proche en proche, le cloisonnement gagne les limites de la maille vasculaire et se met en rapport avec les faisceaux libéro-ligneux qui forment le squelette de celle-ci : il se manifeste à l'œil nu par le bourrelet annulaire dont nous avons signalé l'apparition.

Ce phénomène constitue la phase la plus importante du développement de la galle. Le tissu dont nous venons de préciser les caractères est en effet une véritable zone génératrice dont nous ne pouvons expliquer l'origine mais qui est destinée à produire les tissus de la galle. Disposée en forme d'anneau, cette zone génératrice

est limitée, vers l'intérieur, par la loge gallaire elle-même et elle s'étend, à la périphérie, jusqu'aux faisceaux les plus proches de la feuille (Pl. I, fig. 1).

Les faisceaux libéro-ligneux de la maille ont en effet un développement corrélatif à celui de l'excroissance qu'ils sont chargés de nourrir. Une zone de méristéme apparaît dans ces faisceaux et leur développement secondaire commence.

Les méristèmes des faisceaux et de l'excroissance se réunissent et fonctionnent alors d'une façon simultanée. J'étudierai plus loin le développement ultérieur de ces faisceaux qui ne font pas partie à proprement parler de la galle, mais dont l'étude est intéressante, quand on veut connaître les rapports anatomiques des tissus de la feuille avec ceux de l'excroissance.

Malgré le cloisonnement du parenchyme lacuneux et le développement secondaire des faisceaux, aucune excroissance n'est encore visible à la face supérieure de la feuille, là où apparaîtra plus tard la production gallaire. Bien au contraire, l'hypertrophie se manifeste d'abord vers la face inférieure qui fait légèrement saillie au pourtour de l'orifice de la cavité gallaire déjà indiquée à ce stade.

L'augmentation du bourrelet annulaire qui entoure la larve finit en effet par faire disparaître celle-ci, par l'enliser pour ainsi dire au milieu des nouveaux tissus, laissant au centre un petit orifice dans lequel on peut à peine introduire une très fine soie. A ce moment, la cavité gallaire est à peu près régulièrement sphérique; la jeune larve qui l'habite est enroulée en boule et la remplit complètement.

Je ne crois pas qu'on puisse comparer cette deuxième phase du développement de la galle à une invagination des tissus normaux de la feuille et cependant certains auteurs, en parlant des diptérocécidies en général, appellent ainsi le mode d'apparition de ces excroissances.

Une invagination, au sens strict du mot, n'implique pas l'apparation de nouveaux tissus, mais une simple dépression dans un tissu tendre dont les éléments augmentent de calibre. Les phénomènes que je viens de décrire montrent bien au contraire qu'un tissu nouveau de cloisonnement est la seule cause de la formation de la galle.

L'apparition de cette zone génératrice caractérise essentiellement la deuxième phase anatomique de la galle de l'*Hormomyia piligera.*

III

Voici la larve complètement disparue au milieu de la lame foliaire hypertrophiée. Aucune élevure ne s'est encore manifestée vers la face supérieure ; nous avons vu au contraire une excroissance annulaire entourant, vers la face inférieure, l'orifice de la cavité gallaire. Il en résulte une légère incurvation de la face supérieure vers la face inférieure, une dépression visible à l'œil nu sous la forme d'une tache brune circulaire.

On voit bientôt le fond de cette sorte de cratère s'élever lentement et se mettre au niveau de l'épiderme supérieur de la feuille. Que s'est-il passé à l'intérieur des tissus foliaires ?

Des coupes transversales, pratiquées à ce stade, montrent de grandes différences avec celles que nous avons étudiées au paragraphe II. Les différences portent : 1° sur le parenchyme en palissade ; 2° sur l'épiderme supérieur ; 3° sur l'épiderme inférieur ; 4° sur le parenchyme lacuneux.

Le parenchyme en palissade, subissant la poussée qui lui est donnée de bas en haut par le cloisonnement du méristème, presse contre l'épiderme supérieur qu'il soulève ; ses cellules se cloisonnent activement et deviennent polyédriques.

L'épiderme supérieur, ayant subi déjà une certaine altération, est trop faible pour résister à cette poussée en masse des tissus sous-jacents : il se décolle du centre à la périphérie et se sépare ainsi des cellules parenchymateuses.

L'épiderme inférieur qui tapisse la cavité gallaire, le canal et la plus grande partie du bourrelet annulaire, lignifie ses parois.

Il en est de même du parenchyme lacuneux déjà modifié par le cloisonnement antérieur ; ses cellules lignifient leurs parois et la zone scléreuse ainsi constituée forme une sorte de cupule qui englobe la base de la cavité gallaire et s'étend, en diminuant progressivement d'épaisseur, jusqu'aux confins de la maille vasculaire qui entoure l'excroissance. Ce pharenchyme lignifié a attiré mon attention d'une façon spéciale. Il joue selon moi un rôle important dans les phénomènes vitaux de la galle et de la larve gallicole.

Dans certaines zoocécidies, surtout celles qui sont déterminées par des Hyménoptères, il existe, dans la paroi de la galle, une zone de cellules à parois plus épaisses, que M. de Lacaze-Duthiers (1) a appelée très justement *zone protectrice*. J'ai montré, dans un travail précédent (2), que cette zone s'observait avec ses caractères propres dans toutes les galles foliaires dues à des Hyménoptères, limitant un tissu, appelé *nutritif*, qui se trouve à la portée de la larve gallicole. Le tissu protecteur enraye en quelque sorte la marche envahissante de l'insecte à travers la paroi de sa loge.

Il est assez curieux de constater que cette zone existe dans la galle d'*Hormomyia piligera* jeune. Nous verrons qu'elle disparaît autour de la loge gallaire, au fur et à mesure du développement de l'excroissance et qu'elle n'est plus représentée, dans la galle adulte, que par le bourrelet scléreux qui entoure l'orifice. J'ai figuré (Pl. I, fig. 1, 2, 3, 5) le développement spécial de cette zone, dont les parois cellulaires sont irrégulièrement épaissies et présentent des sortes de verrucosités entre lesquelles la cellulose a conservé son épaisseur primitive. Il en résulte que ce tissu, malgré son rôle protecteur, est suffisamment osmotique pour laisser arriver librement les principes nutritifs de la feuille vers l'excroissance gallaire.

IV

Maintenant seulement commence la phase qui a été observée par plusieurs auteurs et notamment par Löw (*loc. cit.*). On voit qu'elle a été précédée par une série de phénomènes intéressants qui avaient passé inaperçus jusqu'ici et que je crois avoir mis en lumière, tout en laissant encore des points douteux que l'expérimentation seule pourra éclaircir.

Les auteurs précédemment cités signalent, à ce stade, l'apparition de deux phénomènes.

1° Formation, à la face supérieure, d'une membrane percée d'un trou en son centre et ayant l'aspect d'une pupille ; 2° Touffe de poils brunâtres sous-jacente à la membrane. Ceci est exact ; j'ai pu

(1) De Lacaze-Duthiers : *Recherches pour servir à l'Histoire des Galles*, Annales des Sciences natur. Botanique, 3e série, t. XIX, 1853.

(2) H. Fockeu : *Contribution à l'Histoire des Galles. Etude anatomique de quelques espèces*, 1889.

suivre pas à pas, sur des échantillons pris à différents degrés de développement, ces deux phénomènes qui sont concomitants et j'en ai reproduit dans mes dessins les principaux caractères (Pl. I, fig. 1, 2, 3, 5).

J'ai pu voir aussi que toutes les cellules du parenchyme, dénudées par le décollement de l'épiderme supérieur, se prolongent en poils ; mais tous les poils ainsi formés ne se ressemblent pas. Les uns sont minces, flexueux, pluricellulaires, à parois fines colorées en brun et se terminent en pointe mousse ; les autres sont épais, droits, à pointe fine, à parois épaisses et résistantes.

Ils ont chacun un rôle et une destinée différents. Les premiers, sans consistance, ne tardent pas à tomber. Les seconds, plus résistants, servent pour ainsi dire de levier en pressant sur l'épiderme qu'ils soulèvent ; on les retrouve plus tard garnissant en très petit nombre l'assise externe de la galle.

Cette pilosité sous-épidermique a en somme une durée très éphémère. Elle montre néanmoins l'exubérance extraordinaire des tissus formateurs de l'excroissance et constitue la dernière manifestation physiologique des cellules parenchymateuses superficielles de la feuille, transformées brusquement en un tissu qui a la valeur morphologique d'un épiderme. Elle contribue également, dans une large mesure, au soulèvement de l'ancien épiderme, soulèvement qui s'effectue du centre à la périphérie et détermine ainsi l'apparition du petit orifice pupillaire.

Pour aider aux phénomènes que nous venons de décrire, certaines cellules génératrices se différencient sur place en faisceaux libéro-ligneux qui apportent dans les tissus nouveaux les principes nutritifs qui leur sont nécessaires.

V

Dans la dernière phase, qui commence à la perforation de la membrane et se continue jusqu'au complet développement de la galle, j'ai étudié les modifications subies par chacun des tissus en prenant comme point de départ le tissu jeune (ou zone génératrice) que nous avons vu apparaître dès le stade II.

Les cellules sous-jacentes à la zone génératrice, qui constituent le bourrelet annulaire primitif, augmentent énormément leurs

dimensions d'une façon tout à fait irrégulière; leur paroi s'épaissit encore par places en accentuant ainsi le caractère histologique que nous avons signalé plus haut.

Mais c'est surtout vers la partie supérieure que les modifications sont plus actives. La zone génératrice se cloisonne rapidement et fait émerger en quelque sorte l'excroissance gallaire du fond du cratère où elle était primitivement située. La fine membrane qui la recouvre, déjà perforée en son centre, est bien vite rejetée de toutes parts et on la retrouve, à la périphérie de la galle, formant une mince collerette qui se flétrit au fur et à mesure du développement de l'excroissance (Pl. 1, fig. 5).

L'émergence de la galle résulte donc du cloisonnement de la zone génératrice annulaire et la galle s'accroît par sa base. Si l'on veut considérer ce phénomène comme une sorte d'élasticité des tissus, on peut, en l'espèce, se ranger à l'opinion de ceux qui considèrent les galles de Cécidomyies comme le résultat d'une invagination des tissus normaux de la feuille. Mais en réalité les tissus de l'excroissance gallaire sont, je le répète, des tissus nouveaux, ayant des caractères propres, absolument différents de ceux de la feuille, et je crois qu'il est plus simple et plus logique de considérer la galle comme une *production secondaire* de la feuille.

Cette conception, ou plutôt cette interprétation des phénomènes objectifs que nous venons de décrire, me paraît d'autant plus juste que la feuille *porte-galle* ne semble nullement souffrir de cette surproduction de tissus. On voit en effet des feuilles littéralement couvertes de cécidies qui ont conservé leur forme, leurs dimensions et leur coloration.

Pour expliquer la surabondance de vie qui se manifeste à la surface de la feuille par suite de l'apparition des excroissances gallaires, je suis tenté de me ranger à la vieille opinion de Malpighi, qui attribue d'une façon générale la prolifération des tissus des galles à la seule présence d'une larve à leur intérieur. Selon lui les succions répétées de l'insecte gallicole provoquent un appel continu de la sève nutritive dans les tissus.

Et de fait, on peut voir que si la feuille chargée de galles ne souffre pas de la présence des excroissances à sa surface, le rameau qui la porte et la nourrit est souvent plus grêle, prouvant ainsi qu'il profite à peine des principes nutritifs circulant dans les vaisseaux

et destinés à nourrir, plus loin, des tissus vers lesquels ils sont attirés d'une façon spéciale.

La sève qui alimente la galle lui est apportée par l'intermédiaire de faisceaux dont nous allons maintenant étudier la disposition parce qu'ils nous permettront, en les prenant comme points de repère, de chercher à établir la comparaison entre les tissus de l'excroissance et ceux de la feuille.

Point d'insertion de la galle sur la feuille. Étude anatomique de cette région.

Voyons d'abord où est insérée, d'une façon précise, l'excroissance gallaire.

Il ne suffit pas de dire que la galle est localisée *dans l'angle des nervures*, ce qui est exact, il faut encore savoir en quel point de cette région se manifeste la première apparition des phénomènes hypertrophiques.

Lorsqu'on suit à la loupe, ou à l'aide d'un objectif faible, par transparence, le trajet des nervures de la feuille normale ou que l'on prépare, par les procédés ordinaires, le squelette du limbe, on constate que le réseau qui s'échappe de la nervure médiane et des nerveuses secondaires se résout en une infinité de mailles très fines.

Dans l'intervalle de ces mailles, la feuille présente, en coupe transversale, la structure suivante (Pl. I, fig. 4) :

1° Un épiderme supérieur formé par des cellules plates à cuticule fine.

2° Un parenchyme en palissade constitué ordinairement par des cellules allongées.

3° Un parenchyme lacuneux dont les éléments composants sont assez réguliers.

4° Un épiderme inférieur avec stomates.

Les deux parenchymes contiennent de la chlorophylle et se laissent facilement traverser par la lumière.

C'est dans un de ces espaces polygonaux qu'est insérée la galle d'*Hormomyia piligera*. C'est en ces points que j'ai trouvé la larve au début. Je n'ai pas pu constater si l'œuf dont elle résulte avait été déposé au même endroit. Si l'on doit écarter l'idée d'une piqûre

précédant la ponte, il est plus naturel de penser que l'œuf est déposé primitivement dans les légers sillons de la surface.

Les petits faisceaux placés dans le fond des sillons sont formés par quelques vaisseaux ligneux annelés et réticulés et un petit nombre de cellules libériennes. Ils sont complètement entourés par un cadre de cellules à parois épaisses, scléreuses.

Ces faisceaux prennent bien vite un développement secondaire considérable. Ce sont eux qui sont destinés à nourrir au début l'excroissance gallaire : une zone cambiale apparaît, le faisceau augmente de volume et son cadre scléreux se divise en deux segments, dont l'un s'accole à l'épiderme supérieur et l'autre à l'épiderme inférieur.

Trajet des faisceaux. Différenciation des tissus

Aux faisceaux de la maille vasculaire ainsi hypertrophiés se rattachent des rameaux libéro-ligneux qui pénètrent dans le parenchyme de la galle perpendiculairement au plan de la feuille au fur et à mesure du développement de l'excroissance. Ils résultent de la différenciation des éléments les plus superficiels de la zone génératrice dont les uns, ceux qui regardent la face supérieure, se transforment en vaisseaux ligneux, les autres, ceux qui sont inférieurs, en cellules libériennes. Les faisceaux de la galle ont donc la même orientation que ceux de la feuille.

Etant donné les rapports intimes qui existent entre la zone génératrice de la galle et la zone cambiale des faisceaux de la feuille, cette orientation analogue des éléments du tissu vasculaire est toute naturelle.

Les faisceaux partant du pourtour de la galle suivent d'abord un trajet rectiligne en ne contractant entre eux que de très rares anastomoses. Ils se réunissent les uns aux autres à la partie supérieure de l'excroissance et forment, à ce niveau, une voute constituée par un réseau très mince de vaisseaux annelés et de cellules libériennes. Pour suivre le trajet des faisceaux il est nécessaire naturellement de faire des coupes transversales et longitudinales en série, on peut alors constater que certains vaisseaux ligneux se terminent en pointe mousse.

Les faisceaux circulent dans un parenchyme qui forme toute l'épaisseur de la paroi gallaire.

Au début, ce parenchyme est constitué par des cellules à parois fines. Il est limité, d'une part, vers la face supérieure (la face externe de la galle), par un tissu que j'appellerai *assise externe*, dont toutes les cellules sont prolongées en poils et, d'autre part, vers la face inférieure (la face interne de la galle), par un tissu analogue que nous désignerons sous le nom d'*assise interne* pour la distinguer de la première.

Ces trois zones : *assise externe*, *parenchyme* et *assise interne* subissent, dans le cours du développement de la galle, différentes modifications que nous allons maintenant passer rapidement en revue.

Assise externe. — Les cellules *épidermiques* qui recouvrent l'extrémité de la galle résultent, nous l'avons vu, de la couche superficielle du parenchyme en palissade dénudé. Isodiamétriques au début, beaucoup de ces cellules ne tardent pas à se prolonger en poils dont les uns sont unicellulaires et les autres pluricellulaires. La plupart de ces poils se flétrissent et tombent après le soulévement de la membrane qui les recouvre. A ce stade déjà l'assise externe a acquis ses caractères définitifs : ses éléments sont réguliers et leur paroi est uniformément épaissie.

Parenchyme. — Le parenchyme qui, au début, présente une structure homogène, se différencie bientôt en deux zones : l'une interne dans laquelle circulent les faisceaux et qui est formée par des cellules polyédriques, à parois fines, un peu allongées dans le sens de la galle; l'autre externe, moins large et dont toutes les cellules ont des parois épaisses. On retrouve ici le caractère histologique que j'ai signalé pour les éléments qui constituent le bourrelet annulaire primitif, je veux dire que l'épaississement de la paroi cellulaire n'est pas régulier, qu'il apparaît en certains points seulement, laissant, de distance en distance, la cellulose avec son épaisseur normale. Il en résulte, à l'extérieur de la galle, un tissu protecteur ayant néanmoins des propriétés osmotiques indiscutables, grâce au grand nombre de pertuis dont il est perforé.

Une autre particularité du parenchyme externe, c'est qu'il forme aux extrémités de la galle des protubérances mamelonnées qui apparaissent dans le cours du développement et contribuent à donner à la galle son aspect caractéristique.

L'assise interne est primitivement formée par une rangée de cellules dont tous les éléments ont leurs parois épaissies. Elle constitue, à ce stade, un véritable tissu protecteur bien mince il est vrai mais suffisant pour limiter la larve à l'intérieur de sa loge et la tenir éloignée des tissus jeunes, plus tendres, qui sont en voie de cloisonnement.

Bientôt ce caractère de tissu protecteur disparaît. Au fur et à mesure que la galle s'élève et se développe, les nouvelles cellules formées par le cloisonnement de la zone génératrice et qui limitent la loge gallaire apparaissent avec des parois fines et conservent ce caractère pendant toute leur vie. On retrouve au plafond de la galle les cellules primitives à parois épaisses.

La Cavité gallaire et son contenu

Pendant les différentes transformations que subissent les parois, la loge gallaire change de forme.

Ronde au début, elle devient petit à petit elliptique et, en s'allongeant encore, elle prend la forme d'un cylindre.

La jeune larve est ordinairement appliquée sur les parois latérales de sa loge, très rarement dans le fond ou plutôt au plafond de la galle. Il semblerait donc que, une fois la tumeur en voie d'évolution, la larve ne constitue pas le centre d'attraction des nouveaux tissus. Cependant son existence est indispensable pour le développement progressif de la galle. On peut constater que les galles avortées ne sont plus habitées que par un cadavre. La mort de l'insecte gallicole entraîne l'arrêt de développement de l'excroissance qu'il habite. De même, vient-on à pratiquer une section circulaire assez profonde à la surface de la galle, de façon à mortifier les tissus, la larve s'arrête dans son développement et meurt.

Anatomie de la Galle complètement développée

L'étude à laquelle nous nous sommes livrés, en suivant chaque tissu depuis son apparition jusqu'à son complet développement, nous permettra d'être bref sur ce chapitre.

La galle adulte d'*Hormomyia piligera*, examinée en coupe transversale dans sa région moyenne (Pl. II, fig. 4), présente, de l'extérieur vers l'intérieur, les tissus suivants :

1° L'assise externe, formée par une seule rangée de cellules plates à parois régulièrement épaissies et dont quelques-unes sont prolongées en poils ;

2° Le parenchyme cortical constitué par plusieurs assises de cellules polygonales à parois sclérifiées ;

3° Le parenchyme interne dont les éléments sont arrondis et à parois fines ;

4° Les faisceaux libéro-ligneux disposés régulièrement dans la portion externe de ce parenchyme avec le bois tourné en dehors, le liber superposé intérieurement au bois. Dans chaque faisceau, le bois est représenté par une dizaine de vaisseaux à parois épaisses, le liber par un plus grand nombre de cellules à cloisonnement irrégulier ;

5° L'assise interne formée par une seule rangée de cellules à parois fines de dimensions variables.

Sur des coupes longitudinales passant par l'axe de la galle et par conséquent à travers l'orifice, on suit les modifications que présentent ces différents tissus à divers niveaux et les rapports qu'ils peuvent avoir avec les tissus normaux de la feuille. J'ai reproduit dans la planche II (fig. 1, 2, 3) les trois zones les plus intéressantes à étudier : la région terminale, la région moyenne et le point d'attache de la galle à la feuille.

On peut constater, sur ces dessins, que l'*assise externe* reste identique à elle-même sur toute la surface de la galle et que, dans le sillon circulaire de la base, il y a une transition brusque entre l'épiderme de l'excroissance et celui de la feuille. L'un est épaissi, l'autre est formé de cellules à parois minces. C'est dans cette région, au point de réunion de ces deux tissus, que l'on retrouve par places quelques débris de la membrane de recouvrement.

Le *parenchyme externe* a une épaisseur très irrégulière suivant qu'on le considère au sommet, au milieu, ou à la base de la galle. Au sommet, c'est lui qui constitue les émergences irrégulières mamelonnées qui garnissent la cécidie. Il est formé par de grandes cellules polyédriques à cloisonnement très irrégulier. Plus bas, dans la région moyenne, les cellules sont allongées dans le sens du

grand axe. C'est surtout sur les cellules de cette région que l'on observe les caractères histologiques que nous avons désignés plus haut sous le nom de varicosité.

Le parenchyme cortical diminue d'épaisseur au fur et à mesure qu'on se rapproche du sillon basilaire et se termine en pointe dans la zone qui correspond au tissu sous-épidermique de la feuille.

Le *parenchyme interne* peut se diviser en deux zones nettement séparées par les faisceaux libéro-ligneux.

La zone externe est formée par des cellules à cloisonnement irrégulier au sommet, plus régulières dans les régions moyenne et basilaire. Elle se relie au parenchyme en palissade de la feuille normale.

La zone interne est formée par des cellules aplaties, à cloisonnement régulier et disposées parallèlement à la surface libre de la chambre larvaire. Elle se relie, par l'intermédiaire de la zone génératrice qui forme la base de la galle, au parenchyme lacuneux de la feuille normale.

Entre ces deux zones du parenchyme interne, on peut suivre les faisceaux libéro-ligneux qui se rattachent aux faisceaux basilaires hypertrophiés de la feuille. Ils se dirigent presque en droite ligne jusqu'au sommet de la galle où ils forment une voûte.

L'*assise interne*, qui tapisse le plafond de la galle, est représentée par des cellules à cloisonnement régulier, à parois épaisses. L'épaississement disparaît dans les cellules superficielles de la région moyenne et se retrouve, avec les mêmes caractères, dans l'assisse interne de la base. Ces différences n'ont pas lieu de nous étonner, si nous nous reportons à l'étude du développement de ce tissu. J'ai montré que primitivement la loge gallaire était tapissée par des éléments à parois épaisses, mais que les nouvelles cellules produites par la zone génératrice avaient au contraire des parois fines : il en résultait, par suite du soulèvement progressif de l'excroissance, une division nette du tissu primitif dont une portion tapissait le fond de la galle et dont l'autre restait au pourtour de l'orifice. Nous retrouvons, en effet, dans cette dernière région l'assise interne primitive avec ses caractères : ses cellules à parois épaisses que l'on peut suivre à la surface du bourrelet annulaire jusqu'au bord externe de la maille vasculaire. Là il y a transition

brusque entre l'assise interne de la galle et l'épiderme inférieur de la feuille normale.

Pour terminer l'étude anatomique de la galle adulte signalons le tissu scléreux qui se trouve au pourtour de l'orifice, se continue en diminuant progressivement d'épaisseur jusqu'à la limite externe de ce que nous avons appelé le bourrelet annulaire et se relie aux cellules qui recouvrent le parenchyme lacuneux de la feuille normale du côté de l'épiderme inférieur.

Chute de la Galle

Lorsqu'elle est arrivée à maturité, ou plutôt quand elle a atteint son complet développement, corrélatif de celui de la larve incluse dans sa cavité, la galle se détache de la feuille.

« Elle laisse, dit Vallot (1), une impression circulaire de la forme d'une cupule dont le centre offre une saillie au moyen de laquelle la galle adhère à la feuille : les bords de cette cupule dépendent de l'épaississement du parenchyme et laissent apercevoir des fragments renversés de la lame supérieure ». On trouve alors les feuilles qui portaient jadis des galles d'*Hormomyia piligera* perforées d'une série de trous en forme de cratère à bords relevés.

Si l'on veut se reporter à notre étude anatomique de la galle adulte et aux dessins qui l'accompagnent, on pourra très facilement préciser l'endroit exact où se fait cette séparation des tissus de la feuille d'avec ceux de la galle.

Aux points désignés par les lettres o et o' (Pl. II, fig. 3), existe une transition brusque, d'une part, entre l'assise externe de la galle et l'épiderme supérieur de la feuille et, d'autre part, entre l'assise interne de la région moyenne et celle de l'orifice gallaire.

Cette différence histologique, qui porte surtout sur l'épaisseur des cellules constituant les tissus, crée, en ces points, des zones d'inégale résistance qui amènent, par leur séparation, la chute de la galle.

Voici comment ce phénomène se manifeste. Un décollement annulaire apparaît d'abord tout autour de la région basilaire de la

(1) Vallot : Mém. de l'Acad. des Sciences, Arts et Belles Lettres de Dijon, 1828-1829, p. 109.

galle au point correspondant à 0'. Ce décollement, gagnant en profondeur, atteint bientôt les faisceaux libéro-ligneux intermédiaires entre la feuille et la galle et, dès ce moment, la galle se flétrit en restant encore attachée à la feuille. Bientôt un processus analogue se manifeste, toujours circulairement, au point correspondant à 0 et suit progressivement la limite du parenchyme scléreux jusqu'à la hauteur du sillon basilaire supérieur. La galle n'est plus alors reliée à la feuille que par quelques rangées de cellules qui se brisent au moindre choc.

Chapitre II

GALLE DE L'*HORMOMYIA FAGI* Hart.

Syn. : Oligotrophus fagi Hart.

Mikiola fagi Hart.

(Planche III)

La galle de l'*Hormomyia fagi* Hart., signalée pour la première fois par Aldrovande et J. Bauhin, fut plus tard décrite et figurée avec soin par Malpighi (1), puis par Réaumur (2), qui essaya même de la cultiver.

Jusqu'alors personne n'avait encore observé l'insecte parfait et Vallot (3), en attribuant cette galle à un Cynips, ne fit que propager une erreur commise avant lui par Linné et Fabricius. Du reste il était de règle, à cette époque, d'attribuer toutes les productions gallaires à des insectes du groupe des Hyménoptères.

C'est à Hartig (4) que nous devons les premières observations vraiment scientifiques sur la biologie de cet insecte ; il eut la chance d'obtenir le premier l'animal à l'état adulte; il fit connaître son histoire complète et montra que cette galle du Hêtre, dans laquelle se cachait, d'après Malpighi, « *minimus candidusque vermis* », était l'œuvre d'un Diptère qu'il appela *Cecidomyia fagi*. Plus tard, les naturalistes rangèrent cet insecte dans le genre Hormomyia. La dénomination la plus récente est celle de *Mikiola fagi*, Hart ; nous conserverons la première sous laquelle cette galle du Hêtre est surtout connue par les cécidologistes.

La dispersion géographique de cette Diptérocécidie paraît consi-

(1) Malpighi : *Opera omnia*, *De Gallis*, fig. 21. 1675.

(2) Réaumur : *Mémoire pour servir à l'histoire des insectes*, tome III, p. 450, et pl. XXXVIII, fig. 7, 8, 9, 10 et 11.

(3) Vallot : Mémoire de l'Académie des Sciences, Arts et Belles Lettres de Dijon, 1828-1829, p. 109.

(4) Hartig : *Entom. Notiz* in Jahresb. uber d. Fortschr. der Fortswissensch. u. forstlich, Naturk, 1839, t. I. p. 641.

dérable : elle est sans doute en rapport avec celle du Hêtre lui-même. La galle de l'*Hormomyia fagi* a été signalée, en effet, par différents auteurs, en Angleterre, en France, en Belgique, dans l'Allemagne du nord et jusque dans le sud de la Suisse. Bremi (1) fait remarquer « qu'on peut la trouver partout où il y a des Hêtres »; ce naturaliste en a récolté à une altitude de 4.000 mètres sur le versant nord des Alpes.

Quant à moi, je l'ai observée dans la plupart des bois des départements du Nord et du Pas-de-Calais. Ce sont surtout les jeunes arbres qui sont atteints ; l'insecte semble rechercher, pour effectuer sa ponte, les endroits ombragés, sans pénétrer toutefois complètement sous bois, car c'est le long des avenues ou sur le bord des clairières qu'on peut faire une ample moisson de cette curieuse excroissance végétale. Les grands arbres sont aussi quelquefois attaqués, mais sur leurs branches inférieures seulement, ainsi que j'ai pu le vérifier lors du déboisement d'une partie de la forêt de Bon-Secours, sur le territoire de Condé. C'est dans cette dernière localité que la galle m'a semblé être la plus fréquente dans notre région, et j'ai pu constater, il y a quelques années, une véritable invasion d'*Hormomyia fagi*, au point que certaines feuilles étaient littéralement couvertes de galles et ployaient sous le faix. Une invasion analogue, sinon plus importante, a du reste déjà été signalée en 1857 par Bellier de la Chavignerie (2), dans les environs de Namur.

La galle adulte est globuleuse, subconique, glabre et luisante. Réaumur dit avec assez de justesse que « *sa forme approche de celle d'un noyau de fruit, plus pointue à son bout que ne l'est un noyau.* » Elle peut atteindre un centimètre de haut et se termine par une petite pointe; de couleur verte au début, elle devient d'un rouge lie de vin à maturité. Elle est insérée en nombre variable au voisinage des nervures et fait saillie à la face supérieure des feuilles.

Pour étudier le développement de cette galle j'ai suivi la même marche que précédemment.

(1) Bremi : *Beitrage zu einer Monographie der Gallmücken*, p. 13.

(2) Bellier de la Chavignerie : Ann. de la Société Entom. de France, 1857, p. 115.

Étude du développement

I

La galle de l'*Hormomyia fagi* apparaît vers la fin du mois de mai. Si on examine à ce moment la face inférieure des feuilles de Hêtre, on remarque, sur certaines d'entre elles, de petites taches jaune-verdâtre, correspondant à une légère voussure de la feuille vers la face supérieure. C'est au centre de ces petites taches, dans le fond des dépressions et vers la face inférieure, que l'on trouve une larve excessivement petite, accolée au limbe par sa face ventrale. Cette larve mesure alors 250 μ de longueur sur environ 170 μ de largeur, elle a une coloration d'un rouge foncé qui semble due au contenu du tube digestif.

Une coupe transversale de la feuille de Hêtre pratiquée à ce stade à travers la petite tache en question, montre que la coloration jaune-verdâtre est due : 1° à la diminution des corps chlorophylliens contenus dans le mésophylle et, par ce fait, à une altération locale de ce tissu ; 2° à l'altération cellulosique des parois des deux épidermes.

Nous retrouvons ici les deux phénomènes caractéristiques que j'ai déjà signalés dans le développement de la galle de l'*Hormomyia piligera,* avec cette différence que l'épiderme supérieur de la feuille paraît participer un peu à l'altération des tissus.

L'action locale qui préside à cette altération serait ici plus intense, s'exercerait plus profondément que dans l'autre espèce. La larve de l'*Hormomyia fagi* prise à ce stade est plus trapue que celle d'*Hormomyia piligera.* Détachée de la feuille, elle a des mouvements plus actifs et je serais tenté de croire que cette différence de vitalité est la cause, d'une part, des réactions plus intenses qu'elle détermine sur la feuille et, d'autre part, des proportions plus grandes que prend la galle dont elle est l'auteur.

On peut néanmoins remarquer que l'épiderme inférieur, celui qui est en contact immédiat avec la larve, est plus altéré et que sa paroi externe est en quelque sorte érodée.

Je n'ai pu encore observer directement la ponte et la façon dont

l'œuf est attaché à la feuille, mais je puis assurer que sa présence ne se manifeste par aucune modification histologique du parenchyme. A ce moment, on n'observe aucune décoloration ni boursouflure de la surface. J'ai donc tout lieu de croire que l'apparition de la larve marque le début de l'excroissance.

Les expériences que j'ai tentées avec cette espèce en même temps qu'avec l'*Hormomyia piligera*, ne m'ont donné aucun résultat précis.

II

La tache d'un jaune-verdâtre que nous avons signalée au début, prend bientôt une coloration brunâtre. Elle est limitée, d'un côté par la nervure principale ou par une des nervures secondaires, et de l'autre par une des fines ramifications de ces nervures.

Le parenchyme foliaire et les faisceaux libéro-ligneux qui l'entourent sont en ce point profondément modifiés.

Dans le parenchyme foliaire se produisent, au niveau de la tache, des phénomènes chimiques assez complexes qui ont déjà débuté au stade I et dont la manifestation la plus nette est la disparition complète des gros corps chlorophylliens si abondants dans le parenchyme normal de la feuille de Hêtre.

Les faisceaux libéro-ligneux qui constituent l'encadrement de la tache brune prennent pendant ce temps un développement considérable.

Ce travail hyperplasique, qui apparaît d'abord uniquement dans la maille vasculaire entourant la larve, se transmet bientôt, de proche en proche, aux fines nervures qui l'avoisinent ; il en résulte une aréole festonnée, de 2 à 3 millim. de diamètre, formée par des faisceaux hypertrophiés. Il y a en somme, à ce niveau, une augmentation du système vasculaire rappelant en tous points le processus anatomique de réparation qui s'observe en pathologie animale.

L'exemple des galles de l'*Hormomyia fagi* et de l'*H. piligera* est loin d'être unique, à ce point de vue, dans l'étude du développement des Zoocécidies. On peut citer aussi les galles du groupe des *Neuroterus* et d'une façon générale les excroissances végétales déterminées

sur les feuilles du Chêne par les Cynipides, qui passent toutes par ce stade au commencement de leur évolution.

Dans le cas particulier qui nous occupe, ce phénomène est encore plus manifeste en ce sens qu'il apparaît indépendamment de la galle elle-même, ou plutôt avant que toute trace d'excroissance soit visible à la face supérieure de la feuille. La seule manière de l'expliquer est d'en attribuer l'apparition à la présence de la larve, c'est du moins ce qui résulte de mes observations.

Jusqu'alors, il n'y a pour ainsi dire, dans la feuille, presque aucune modification histologique ; cependant l'accroissement des cellules épidermiques inférieures qui entourent la larve s'accentue davantage et cet accroissement détermine en ce point un bourrelet qui finit par entourer la larve.

Mais bientôt le parenchyme lacuneux sous-jacent se cloisonne très activement, le parenchyme en palissade conservant encore son aspect normal. Ce cloisonnement s'opère parallèlement à la surface libre de la feuille ou plutôt à la surface de l'infundibulum qui joue déjà le rôle de chambre larvaire, et il en résulte des assises concentriques et régulières de cellules.

Les petites cellules ainsi formées sont aplaties transversalement, elles contiennent un noyau et un protoplasma très riche en granulations et leur cloisonnement rappelle tous les caractères d'une zone génératrice. Cette zone génératrice se développe beaucoup plus vers la face inférieure et ne tarde pas à former, autour de la larve, une voûte qui la recouvre complètement en laissant toutefois au centre un petit orifice qui met la chambre larvaire en communication avec l'extérieur.

Donc, avant que toute trace d'excroissance soit visible à la face supérieure de la feuille, la larve se trouve déjà englobée au milieu des tissus de la plante et cela, bien entendu, sans piqûre préalable mais simplement par suite du cloisonnement des cellules qui s'élèvent au-dessus d'elle. Cette portion inférieure n'est pas destinée à acquérir un plus grand développement; cependant les cellules épidermiques bordant le petit orifice central s'accroissent encore légèrement et se prolongent en poils qui tapissent le vestibule d'entrée. L'air peut facilement pénétrer à travers ce feutrage, mais les parasites parviennent difficilement à le franchir.

Englobement de la larve par les cellules épidermiques qui

s'élèvent autour d'elle, formation d'une zone génératrice à l'intérieur des tissus de la feuille, tels sont les deux phénomènes caractéristiques de la seconde phase du développement de la galle de l'*Hormomyia fagi*.

Dès ce stade, la loge gallaire est nettement indiquée, la larve gallicole se trouve au milieu d'une cavité régulièrement sphérique dont les parois sont en contact immédiat avec elle.

III

Nous retrouvons ici les mêmes phénomènes que nous avons signalés dans le développement de la galle de l'*Hormomyia piligera*, mais ces phénomènes sont en quelque sorte plus intenses, ils s'étendent non seulement au pourtour immédiat de la larve mais gagnent annulairement la région voisine. Les cellules épidermiques elles-mêmes semblent attester cette exubérance de vitalité en se prolongeant en poils autour de l'orifice gallaire.

De plus, on peut déjà constater une certaine dissymétrie dans le développement de la galle, le travail hypertrophique du parenchyme et des nervures étant plus intense du côté de l'excroissance qui regarde là nervure principale ou l'une des nervures secondaires suivant son insertion.

Examinée à ce moment, la feuille de Hêtre abritant déjà la jeune larve d'*Hormomyia fagi* ne présente aucune excroissance à sa face supérieure, mais au contraire les nervures hypertrophiées qui entourent l'orifice de la cavité gallaire à son début font saillir l'excroissance vers la face inférieure.

La saillie en question n'a plus ici la forme d'un bourrelet annulaire comme au stade correspondant de la galle de l'*H. piligera* ; mais, par suite de son insertion au voisinage des nervures importantes, un des segments de ce bourrelet est plus épais que l'autre. Il en résulte une sorte de croissant qui fait saillie à la face inférieure de la feuille, qui déprime en sens inverse la face supérieure de cet organe et constitue, de ce fait, une dépression en forme d'ombilic.

Sur des coupes transversales pratiquées à ce niveau j'ai étudié les modifications survenues dans les différents tissus :

1° L'épiderme supérieur tapissant le fond de l'ombilic est complètement mortifié ;

2° Le parenchyme en palissade se recloisonne ;

3° Le parenchyme lacuneux, dont les éléments les plus superficiels sont transformés en zone génératrice, se cloisonne activement et donne, vers la face supérieure, des tissus nouveaux qui soulèvent le parenchyme en palissade et ne tardent pas à combler complètement la cavité de l'ombilic.

Vers la face inférieure la zone génératrice donne quelques assises de cellules qui lignifient immédiatement leurs parois et constituent de ce côté une zone protectrice en forme de croissant au centre de laquelle se trouve l'orifice de la cavité gallaire.

4° L'épiderme inférieur présente deux régions bien distinctes : l'une qui tapisse la cavité gallaire, l'autre toute extérieure qui garnit le bourrelet.

Les cellules épidermiques de la première région ont leur paroi simplement cutinisée. Les autres sont prolongées en poils qui se cutiniseront plus tard au fur et à mesure du développement de la galle.

Le cloisonnement de la zone génératrice et la disparition complète de la dépression vers la face supérieure de la feuille caractérisent essentiellement ce troisième stade.

La mortification plus complète de l'épiderme supérieur constitue une différence assez nette avec le stade correspondant de la galle de l'*Hormomyia piligera* ; les cellules sous-jacentes résultant du cloisonnement du parenchyme en palissade cutinisent immédiatement leurs parois externes et ne se prolongent pas en poils comme dans le premier cas.

La pilosité inférieure est encore une différence à noter.

IV

Du centre de l'ombilic fait maintenant saillie un petit mucron qui constituera plus tard la pointe de la galle adulte.

Le phénomène caractéristique de cette quatrième phase est une véritable émergence de l'excroissance vers la face supérieure.

La galle commence en effet par s'accroître lentement en lon-

gueur et prend dès lors un aspect conique qui la fait ressembler à une acarocécidie du Tilleul. Cette élongation résulte du cloisonnement ultérieur de la zone génératrice, cloisonnement qui s'opère maintenant non plus vers la face inférieure, mais du côté de la face supérieure de la feuille. Ce changement de direction du cloisonnement doit-il être attribué à la position occupée par la larve dans la galle ? On la trouve toujours, à ce stade, dans le fond de la galle et elle détermine probablement en ce point, par sa présence, un appel de sève considérable et par suite excite les propriétés vitales des tissus. L'accroissement longitudinal de la galle se produit donc de bas en haut par division cellulaire de la zone génératrice et cette zone ayant la forme d'un anneau il en résulte que la galle prend un aspect conique.

En même temps que ce cloisonnement se produit, les tissus qui en résultent se différencient en deux zones concentriques, l'une externe formée de grands éléments polyédriques qui ne tardent pas à épaissir leurs parois et l'autre interne, constituée par de petites cellules dont les parois restent minces et conservent plus longtemps leur protoplasma.

C'est dans cette dernière zone qu'apparaissent progressivement les faisceaux libéro-ligneux qui restent un certain temps au stade procambial, pour prendre plus tard un développement assez considérable. D'abord représentés par quelques trachées, les éléments ligneux de ces faisceaux s'augmenteront, au stade suivant, de vaisseaux réticulés et annelés ; quant au liber, il est formé de cellules assez étroites et j'y ai constaté la présence de cellules grillagées. Ces faisceaux libéro-ligneux sont en rapport par leur base avec la maille vasculaire hypertrophiée dont nous parlions plus haut.

Dans le cours de cette période d'élongation et alors que les tissus sont encore jeunes, il se produit, à la surface de certaines galles, de petites verrues qui s'effaceront plus tard grâce à l'accroissement en diamètre et qui sont déterminées par la piqûre de certains parasites de la galle. J'ai pu suivre, en partie du moins, l'évolution d'un de ces parasites et constater un fait assez intéressant pour être signalé dès maintenant. La piqûre faite par l'insecte traversait la paroi de la galle presque de part en part et l'on constatait, autour de ce canal, une hypertrophie locale qui était très manifeste

à l'intérieur comme à l'extérieur, une véritable galle greffée sur la première et s'ouvrant dans la cavité gallaire proprement dite.

Cette observation, encore bien imparfaite, montrerait que certains insectes parasites des galles seraient eux-mêmes gallicoles avant de pénétrer chez leur hôte. J'ai observé des faits analogues sur la galle du *Rhodites eglanteriæ* HART.

Comme on vient de le voir, la quatrième phase de l'*Hormomyia fagi* est essentiellement caractérisée par l'élongation de l'excroissance. Cette élongation ne se produit pas perpendiculairement à la surface du limbe ; la galle est au contraire légèrement inclinée, fuyant pour ainsi dire la nervure la plus grosse qui lui donne insertion.

Elle acquiert ainsi en poussant d'une seule venue une hauteur d'environ 5 à 6 millimètres avec une largeur de 2 millimètres. Son extrémité se termine en pointe très aiguë. Elle est de consistance plus tendre qu'à la période suivante.

Ici encore nous pouvons constater, dans le développement, une intensité plus grande que dans le cas de la galle de l'*Hormomyia piligera*. Dans cette espèce, l'obstacle apporté au cloisonnement des cellules sous-jacentes par l'épiderme simplement décollé provoque un temps d'arrêt pendant lequel les cellules les plus superficielles se prolongent en poils avant de pouvoir soulever la membrane en forme de pupille. Cette dernière n'existant pas dans la galle de l'*Hormomyia fagi*, par suite de l'altération plus profonde de l'épiderme supérieur, la zone génératrice pousse simplement vers le haut, c'est-à-dire vers la face supérieure de la feuille, les cellules du parenchyme en palissade dénudées.

Dès son émergence du centre de l'ombilic on peut constater, à la périphérie de l'excroissance, un sillon assez profond constitué par des cellules mortifiées qui représente la limite de la tache brune primitive.

La phase que nous venons de décrire ne correspond donc pas tout à fait exactement à celle de l'*Hormomyia piligera* que nous avons indiquée au paragraphe IV, elle empiète un peu sur la suivante à cause précisément du temps d'arrêt dont je viens de parler.

Les *Hormomyia piligera* et *fagi* ont la même époque de ponte : on les voit, à ce moment, associés par bandes dans les buissons jeunes de Hêtre. C'est également ensemble que leurs larves éclosent

et les taches que l'on voit alors à la surface des feuilles peuvent au début être difficilement reconnues les unes des autres. Cependant un œil exercé distingue vite celles qui sont dues à l'*Hormomyia fagi* à cause de leur localisation dans l'angle immédiat des nervures et de leur coloration plus foncée. Les autres, celles de l'*Hormomyia piligera* sont plus pâles et disséminées un peu partout.

La confusion est plus facile quand elles sont réunies sur la même feuille, ce qui arrive assez fréquemment.

Le soulèvement de la membrane et sa perforation au centre permettent de trancher la question et de dire qu'on a sûrement affaire au début d'une galle d'*Hormomyia piligera*.

V

Dès que la galle a atteint 5 à 6 millimètres de longueur et en même temps que se produit encore une certaine élongation, elle tend à devenir plus gobuleuse.

L'élongation s'effectue toujours de la même façon que précédemment, c'est-à-dire par le cloisonnement de la zone génératrice. Mais le processus le plus curieux de cette phase, c'est l'augmentation du diamètre transversal des cellules de la couche externe, du moins dans sa portion le plus en contact avec les faisceaux. Cet accroissement ne se produit pas d'une manière uniforme dans toutes les régions de la galle ; nul à la pointe et à la base, il atteint son maximum à l'équateur. Il en résulte à ce niveau une sorte de ventre qui donne à la cécidie son aspect amygdalin si caractéristique.

Phase d'accroissement diamétral, tel est le nom que mérite cette cinquième période du développement de la galle de l'*Hormomyia fagi*.

La galle est arrivée à l'état adulte, nous allons décrire sa structure après avoir étudié son insertion et la différenciation de ses tissus.

Insertion de la galle sur la feuille. — Étude anatomique de cette région.

La galle de l'*Hormomyia fagi* est insérée dans l'angle immédiat ou le long des nervures principales. La maille vasculaire qui la contient est donc limitée, sur un ou même deux de ses côtés, par une des fortes nervures de la feuille.

On voit la différence qui existe entre cette insertion bien précise et celle de la galle de l'*Hormomyia piligera*. Dans ce dernier cas, la maille vasculaire d'insertion est bien située dans l'angle des nervures principales mais elle est rarement en contact avec ces nervures elles-mêmes. C'est une quelconque de ces petites régions polygonales qui donne attache à la galle.

La région d'insertion est ici beaucoup plus nette et le voisinage immédiat d'une des nervures principales de la feuille contribue aussi probablement à donner plus de vitalité à l'excroissance et à précipiter les phénomènes de cloisonnement.

Disposition des nervures de la feuille. — La feuille de Hêtre est insérée sur la tige par un pétiole court qui se continue à travers le limbe par une nervure médiane rectiligne. De chaque côté de cette nervure se détachent, sous un angle de 40 degrés, une dizaine de nervures secondaires présentant un trajet également rectiligne. Les nervures secondaires circulent parallèlement les unes aux autres et chacune d'elles se termine aux bords de la feuille au milieu d'une dentelure assez mousse.

Le système des nervures fait naturellement saillie à la face inférieure du limbe et l'on remarque, à sa surface, des poils très fins, longs de 1 millimètre 1/2 très espacés sur les nervures secondaires, plus nombreux sur la nervure principale et réunis en touffe dans les angles.

Structure de la nervure principale. — Une coupe transversale de la nervure principale pratiquée dans la région moyenne montre :

1° Un épiderme inférieur formé par une rangée de cellules

rectangulaires, à paroi épaisse cutinisée. Cet épiderme porte des poils unicellulaires à pointe mousse.

2° Un tissu sous-épidermique ayant la forme d'un croissant très ouvert et constitué par des cellules à parois épaisses.

3° Quelques rangées de cellules dont la forme primitive était ronde et qui sont devenues plus tard irrégulières par pression réciproque, en laissant entre elles de très petits méats. Ce tissu se continue de part et d'autre avec le parenchyme lacuneux.

4° L'épiderme supérieur dont les cellules, isodiamétriques, ont des parois un peu plus fines que celles de l'épiderme inférieur; quelques-unes d'entre elles se prolongent en poils monocellulaires cylindriques, terminés en pointe mousse.

5° Un tissu sous-épidermique à cellules rondes avec de petits espaces intercellulaires et des parois épaisses. Ce tissu se relie insensiblement au suivant.

6° Cellules rondes devenues polygonales par pression avec de très petits méats dans leurs angles : elles correspondent aux éléments en palissade de la lame foliaire.

7° Les faisceaux libéro-ligneux sont constitués par deux masses étalées en éventail, ayant leurs pointes tournées l'une vers l'autre ; la plus grosse correspond à la face inférieure, la plus petite à la face supérieure. L'une présente un développement secondaire considérable, l'autre est formée par quelques vaisseaux ligneux primaires et quelques cellules grillagées (2 à 3 rangées).

8° Ces deux masses sont entourées par une couronne de cellules polygonales à parois épaisses, lignifiées, ne laissant en leur centre qu'une toute petite lumière.

Structure des nervures secondaires. — La structure d'une nervure secondaire, étudiée en coupe transversale dans sa région moyenne, ressemble beaucoup à celle de la nervure principale. Les différences portent :

1° Sur les deux tissus sous-épidermiques qui sont beaucoup moins développés. Le supérieur n'est plus représenté que par une sorte de calotte très mince qui coiffe la masse libéro-ligneuse, l'inférieur par quelques cellules qui se relient à la gaîne protectrice;

2° Sur le système libéro-ligneux, beaucoup plus restreint et réduit à une seule masse principale qui est plus étalée. Ce faisceau

unique présente un développement secondaire assez considérable.

Au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la nervure principale, les deux caractères différentiels s'accentuent davantage.

Structure des nervures tertiaires. — Les fines nervures qui se détachent des rameaux principaux que nous venons de décrire, ne montrent plus, en coupe transversale, de tissus sous-épidermique supérieur ni inférieur et la gaîne protectrice de leurs faisceaux est réduite à quelques éléments en contact avec les deux épidermes.

La lame foliaire interposée entre le système des nervures est constituée par un épiderme supérieur à cellules rectangulaires, un parenchyme en palissade formé ordinairement par une seule rangée de cellules allongées, un parenchyme lacuneux et un épiderme inférieur.

La ponte s'effectue le long des nervures ou dans leurs angles et l'œuf est maintenu en place par les poils qui garnissent ces régions. Aussitôt éclose, la larve s'applique latéralement à l'une des nervures et, dès ce moment, les phénomènes histologiques se produisent d'une part dans les tissus de la lame foliaire, et d'autre part, dans ceux des nervures en contact.

La zone génératrice apparaît dès le début dans le parenchyme, et se met en rapport avec la zone cambiale des faisceaux ; la vascularisation de l'excroissance marche de pair avec son développement. Les faisceaux de la galle procèdent donc indirectement de ceux de la feuille par l'intermédiaire de la zone génératrice dont ils proviennent et l'on peut suivre facilement leur insertion.

Trajet des faisceaux gallaires

Signalons d'abord la dissymétrie qui existe dès le début dans la vascularisation de l'excroissance, à cause même de son point d'insertion. Un des segments, celui qui se trouve du côté de la nervure principale ou de l'une des nervures secondaires, étant en rapport avec des faisceaux libéro-ligneux plus épais, est traversé lui-même par des faisceaux plus nombreux et plus forts.

De ce côté, si la galle est au voisinage de la nervure médiane, c'est la masse libéro-ligneuse principale qui sert de point d'attache

aux faisceaux gallaires. Pour cela, sa gaîne protectrice s'ouvre latéralement au niveau de la zone cambiale et des anastomoses s'établissent entre les éléments ligneux et libériens de la feuille et de l'excroissance. La masse libéro-ligneuse inférieure reste absolument indépendante et, si on la coupe à un niveau supérieur à l'insertion de la galle, on remarque qu'elle prend un développement plus considérable que la première. Il y a là une sorte de compensation qui rétablit l'équilibre dans le système vasculaire de la feuille.

Si la galle est en contact avec une nervure secondaire, toute la masse libéro-ligneuse participe à l'insertion des faisceaux.

Les faisceaux propres de la galle circulent dans les parois de l'excroissance presque parallèlement les uns aux autres. D'abord indépendants, ils ne tardent pas à s'anastomoser vers la partie équatoriale et ils constituent, à la pointe, un réseau à mailles très allongées. Ces anastomoses sont très peu nombreuses et ne rappellent en rien les fines arborisations que décrivent les nervures de la feuille normale du Hêtre.

Différenciation des tissus

Le parenchyme qui entoure les faisceaux est constitué par des cellules à parois fines résultant du cloisonnement de la zone génératrice. Il est limité, d'un côté, par une rangée de cellules à parois cutinisées, l'assise externe, et de l'autre par l'assise interne définitive de la galle.

La différenciation de ces trois zones ne s'effectue pas de la même façon, à cause des processus d'élongation et d'accroissement diamétral que nous avons signalés plus haut.

Assise externe. — L'assise externe de la galle résulte primitivement des cellules du parenchyme en palissade dénudé. Ses éléments ont, au début, des parois fines qui ne tardent pas à se cutiniser; aucun d'eux ne se prolonge en poil. La surface de la galle présente d'abord une coloration d'un vert mat; plus tard elle devient rouge brique et paraît recouverte d'un enduit vernissé.

Parenchyme. — Le parenchyme se différencie bien vite en deux

zones, ayant des destinées distinctes. L'une interne, à cellules polyédriques, à cloisonnement irrégulier, conservera ses caractères pendant tout le développement de la galle ; l'autre externe, qui doit être étudiée sur des coupes transversales et longitudinales et qui présente deux stades absolument différents et caractéristiques des deux périodes du développement de la galle.

Dans la première, stade d'élongation, les cellules du parenchyme interne sont des éléments nettement polyédriques, à parois légèrement épaissies (lignifiées). Dans la seconde, stade d'accroissement diamétral ces mêmes éléments s'étendent dans le sens transversal et prennent la forme de véritables parallélipipèdes très aplatis, tout en continuant à épaissir leurs parois.

Le tissu protecteur, ainsi constitué par le parenchyme externe, présente des perforations beaucoup plus rares que dans le tissu correspondant de la galle précédente. Ces perforations ne se voient que de face, sous forme de points clairs, lorsque les membranes se trouvent dans le plan de la coupe.

Assise interne. — Formés d'abord par une rangée de cellules à parois épaisses et cutinisées, dont la surface libre est comme mamelonnée, les éléments de ce tissu en contact avec l'orifice gallaire se prolongent en poils renflés à leur extrémité. Au fur et à mesure du développement, on voit que les cellules de l'assise interne fournies par le cloisonnement de la zone génératrice ont leur surface libre plus régulière et que leurs parois ne se cutinisent pas. Les premières apparues tapissent le plafond de la galle et conservent leurs caractères primitifs.

La cavité gallaire et son contenu

La cavité gallaire est indiquée dès le stade II, bien qu'elle soit alors pour ainsi dire virtuelle et limitée au plan inférieur de la feuille par le soulèvement épidermique qui se produit autour de la larve. Ses parois, intimement accolées à la surface de l'animal, représentent en quelque sorte son moulage en creux.

Plus tard la cavité devient légèrement globuleuse, puis cylindrique pendant la phase d'élongation. La jeune larve est alors

située dans le fond de la loge, la tête tournée le plus souvent vers la pointe de la galle.

Au stade suivant, on trouve la larve sur un point quelconque de la paroi ; l'animal a grandi et sa loge est devenue plus spacieuse. La cavité gallaire acquiert sa forme définitive correspondant à peu près au contour externe de l'excroissance.

Structure de la galle adulte

La galle adulte présente la structure suivante (pl. III, fig. 5, 6, 7, 8) :

1° Une assise externe (*ep. e.*) formée de cellules très petites à cloisonnement radial et à parois uniformément épaissies et cutinisées. Cette assise ne possède pas de stomates, sa cuticule est absolument lisse et vernissée ; aux endroits où se trouvent les petites verrues parasitaires signalées plus haut, elle est doublée par quelques couches de cellules à parois épaisses ;

2° Un parenchyme scléreux (*p. s.*) constitué par des cellules à cloisonnement régulier, polyédriques, à parois lignifiées, augmentant de calibre de l'intérieur vers l'extérieur :

3° Une zone de parenchyme externe (*z. e.*) caractérisée par des cellules allongées dans le sens diamétral et présentant des parois également épaissies et lignifiées.

Ces trois zones forment, à la périphérie de la galle, un mur protecteur très puissant et lui donnent sa consistance pierreuse. Les deux dernières passent insensiblement de l'une à l'autre et même se ressemblent complètement en coupe longitudinale ; la seconde diffère de la troisième par ce fait que ses cellules n'ont pas subi d'accroissement diamétral ;

4° Le parenchyme interne (*p. i.*) formé de petites cellules polyédriques à parois minces et se différenciant très bien du tissu précédent. Les cellules de ce parenchyme ont conservé leur contenu cellulaire, tandis que les autres sont vides et ne jouent plus, à vrai dire, qu'un rôle protecteur. On y distingue deux zones : une externe à cloisonnement irrégulier, une autre interne à cloisonnement plus régulier ;

5° L'assise interne (*ep. i.*) formée d'une rangée de cellules à parois fines et à cloisonnement régulier ;

6° Les faisceaux libéro-ligneux circulent dans le parenchyme externe, le bois (*b.*) tourné vers la face externe de la galle et le liber (*l.*) accolé au bois vers la face interne. Les éléments ligneux vont en diminuant de calibre de l'intérieur vers l'extérieur. La pointe des faisceaux est occupée par une ou deux trachées, le reste est formé de vaisseaux annelés ou réticulés. Le liber est représenté par des cellules allongées.

Sur des coupes longitudinales passant par l'axe de la galle et perpendiculaires à l'une des nervures principales, j'ai étudié d'une part les modifications subies par chaque tissu dans les trois régions les plus importantes de l'excroissance (pointe, région moyenne, région d'insertion) et d'autre part les rapports que ces tissus présentent avec ceux de la feuille normale.

L'assise externe conserve ses caractères sur toute la surface de la galle. Cependant à la pointe elle est formée par des cellules à parois brunes et beaucoup plus cutinisées. A la base, au point d'insertion, l'assise externe de la galle s'arrête au fond du sillon annulaire et l'épiderme de la feuille commence également en ce point avec des caractères absolument distincts. Les cellules de ce dernier sont des éléments isodiamétriques à parois relativement fines, les cellules gallaires au contraire sont plus aplaties et ont des parois épaisses et cutinisées. Il n'y a aucun rapport morphologique à établir entre ces deux tissus.

Le parenchyme scléreux forme à lui seul toute la pointe de la galle (1). Il est constitué, dans la région moyenne, par quelques rangées de cellules et diminue d'épaisseur vers la base.

Le parenchyme externe fait totalement défaut au sommet, ou plutôt l'élongation dont il résulte ne s'est pas produite en ce point. Il acquiert tout son développement dans la région moyenne et devient moins épais vers la base.

Ces deux parenchymes se relient, dans la région d'insertion, au tissu sous-épidermique que l'on observe au niveau des nervures et qui n'est en somme que l'équivalent en ce point du parenchyme en palissade.

Dans le parenchyme interne on peut distinguer deux zones : l'une externe très mince qui fait tout le tour de la galle et se relie au parenchyme en palissade de la feuille ; l'autre interne, à cloi-

(1) Il n'existe, à ce niveau, aucun orifice, comme l'ont prétendu certains auteurs.

sonnement plus régulier, se rattache par l'intermédiaire de la zone génératrice au parenchyme lacuneux.

Les faisceaux libéro-ligneux qui circulent entre ces deux zones presque parallèlement les uns aux autres, sont en rapport avec ceux de la feuille. D'abord indépendants, ils ne tardent à s'anastomoser dans la région moyenne et constituent, à la pointe, un réseau à mailles très allongées.

L'assise interne est formée, dans le fond de la galle, par des cellules à surface libre irrégulière et comme bosselée ; dans la région moyenne, ces cellules deviennent plus régulières pour reprendre leurs caractères vers la base. Le canal qui réunit la chambre larvaire à l'extérieur est tapissé par les mêmes cellules épidermiques prolongées en poils irréguliers à parois fines. Ces poils, qui garnissent également l'orifice et son pourtour, ont en ces points des parois cutinisées.

On peut suivre l'assise interne de la galle, avec ces modifications successives, jusqu'au niveau du bourrelet primitif où elle se réunit sans transition à l'épiderme inférieur de la feuille dont elle semble n'être que la continuation.

Au pourtour de l'orifice existent quelques rangées de cellules à parois épaisses, lignifiées, se reliant au tissu sous-épidermique qui se trouve au voisinage des nervures de la feuille normale.

***

En résumé, l'étude anatomique de cette galle nous a fourni les résultats suivants :

1° L'œuf est déposé à la surface de la feuille sans piqûre préalable des tissus. La larve reste tout à fait passive ; à aucun moment de son évolution, elle ne pénètre dans les tissus qui, au contraire, s'hypertrophient pour la recouvrir.

2° L'apparition de la larve marque le début de l'apparition de l'excroissance.

3° La galle commence à se développer vers la face inférieure de la feuille grâce au cloisonnement des cellules du parenchyme lacuneux, d'où résulte une zone génératrice destinée à former toute l'excroissance.

4° Le développement de la galle passe par deux phases, d'abord

indépendantes, plus tard associées ; une première phase d'élongation, déterminée par le cloisonnement de la zone génératrice et par la différenciation de ce tissu et une seconde phase d'accroissement diamétral produite par la modification des tissus préexistants.

***

Chute de la Galle

La galle de l'*Hormomyia fagi* persiste plus longtemps à la surface de la feuille. Elle laisse en tombant une empreinte analogue à celle de l'*Hormomyia piligera* ; on peut toutefois facilement les distinguer l'une de l'autre par la taille : celle laissée par la galle de l'*Hormomyia fagi* est plus grande, sa coloration est également plus foncée et elle ne présente pas de collerette.

La chute de la galle s'effectue de la même façon par la séparation de tissus d'inégale résistance. Dans cette espèce, le tissu scléreux qui forme le croissant primitif se continue avec la gaîne protectrice des faisceaux. Cette dernière est simplement ouverte en un point par où passent les faisceaux de la galle pour s'anastomoser à ceux de la feuille. C'est à la limite de cette zone, constituée par des éléments durs et résistants, que se fait la séparation des tissus relativement tendres de la galle d'avec ceux de la feuille. Il en résulte une sorte de cupule à bords taillés à pic et percée au centre d'un petit orifice garni de poils.

COMPARAISON DES DEUX DIPTÉROCÉCIDIES DU HÊTRE

Etant donné la méthode similaire que nous avons adoptée pour l'étude spéciale de ces deux galles, il sera facile de comparer leur structure et leur développement en parcourant le tableau suivant :

Galle de l'*Hormomyia piligera*.	Galle de l'*Hormomyia fagi*.
Epoque d'apparition des premiers phénomènes.	
Fin mai	Fin mai
ou plus exactement au commencement du printemps.	

Développement

I. — Tache brune. — Dépression de la face supérieure de la feuille. — Diminution d'épaisseur du limbe. — Altération locale des tissus.	I. — Tache jaune-verdâtre, puis brunâtre. — Voussure de la feuille. — Diminution des corps chlorophylliens. — Altération locale des deux épidermes.
II.— Apparition d'un bourrelet annulaire.— Formation d'une zone génératrice. — Hypertrophie des nervures. — Englobement de la larve par les cellules épidermiques.	II. — Disparition complète de la chlorophylle. — Hypertrophie des nervures avoisinantes. — Accroissement des cellules épidermiques. — Formation d'une zone génératrice.

Aucune élevure n'est encore visible à la face supérieure de la feuille.

III. — Accroissement de la zone génératrice. — Formation du tissu scléreux autour de l'orifice.—Décollement de l'épiderme supérieur.	III.—Prolongement des cellules épidermiques en poils au pourtour de l'orifice gallaire. — Bourrelet en forme de croissant entourant l'orifice. — Dissymétrie. — Mortification de l'épiderme supérieur de la feuille. — Cloisonnement actif de la zone génératrice.

La dépression de la face supérieure est comblée.

IV. — Perforation de la membrane. — Formation des poils.	IV. — Phase d'élongation.
V. — Elongation de l'excroissance, accroissement par la base.	V. — Phase d'accroissement diamétral.

Point d'insertion de la galle.

Dans l'angle des nervures, au milieu d'une des mailles vasculaires qui résultent de la ramification de la nervure principale.	Dans l'angle immédiat ou le long des nervures principales de la feuille. Contact de la galle avec la nervure.

Trajet des faisceaux.

Symétrie de la vascularisation. — Les faisceaux résultant du cloisonnement de la zone génératrice ont d'abord un trajet rectiligne et forment une voûte à la partie supérieure de l'excroissance.

Dissymétrie de la vascularisation. — Les éléments des faisceaux procèdent de la zone génératrice en rapport avec la zone cambiale des faisceaux de la feuille : ils circulent indépendamment les uns des autres et s'anastomosent dans la région moyenne.

Différenciation des tissus.

L'assise externe est formée par le parenchyme en palissade. — Les poils qu'elle porte au début se flétrissent.

L'assise externe résulte des cellules en palissades dénudées. Il n'y a pas de poils, à aucun stade.

Le parenchyme se différencie en deux zones : zone externe protectrice et zone interne vasculaire.

Le parenchyme se différencie en deux zones, l'une externe qui présente deux phases de développement (phase d'élongation et phase d'accroissement diamétral); l'autre interne qui contient les faisceaux.

L'assise interne de la base et du sommet reste formée par des cellules à parois épaisses.

L'assise interne de la base et du sommet reste formée par des cellules à surface plus ou moins mamelonnée.

Cavité gallaire et son contenu.

Ronde au début, puis elliptique, finalement cylindrique.

Irrégulière au début, puis sphérique, elle devient cylindrique pendant la phase d'élongation pour acquérir sa forme définitive pendant la phase d'accroissement diamétral.

Larve appliquée contre les parois.

Larve située primitivement dans le fond de la galle, plus tard sur les parois.

Structure de la galle adulte.

Assise externe : Cellules à parois épaisses dont quelques-unes sont prolongées en poils.	*Assise externe* : Cellules très petites, à cloisonnement radial, à parois épaisses cutinisées, à surface vernissée. *Parenchyme scléreux* : Éléments à parois lignifiées.
Parenchyme cortical : cellules isodiamétriques à parois lignifiées. *Parenchyme interne* : deux zones, une externe irrégulière, une interne à cloisonnement régulier. *Assise interne* : cellules à parois fines.	*Parenchyme externe* : grandes cellules allongées dans le sens diamétral. *Parenchyme interne* : deux zones, une zone externe à cloisonnement irrégulier, une zone interne à cloisonnement régulier. *Assise interne* : cellules à parois fines et à cloisonnement régulier.

Chute de la galle

S'effectue de la même façon.

CONCLUSIONS DE LA PREMIÈRE PARTIE

On voit que les deux Diptérocécidies du Hêtre que nous venons d'étudier présentent bien des caractères communs dans leur structure et dans leur développement.

Elles apparaissent toutes deux sans piqûre préalable au commencement du printemps, à la face supérieure des feuilles. C'est une larve qui provoque la production de l'excroissance foliaire ; cependant les premiers phénomènes semblent être en rapport avec une altération des cellules épidermiques inférieures de la feuille. Dans les deux cas, l'action de la larve se traduit par une altération locale plus où moins profonde des tissus qui se manifeste à l'extérieur par une dépression de la lame foliaire.

Les nervures les plus proches s'hypertrophient pour suppléer à cette altération protoplasmique et une zone génératrice apparaît au pourtour de la larve.

L'accroissement de la galle s'effectue, dans les deux cas, par la base et résulte entièrement du cloisonnement de cette zone génératrice qui se différencie successivement en trois couches : un parenchyme et deux assises superficielles (une interne, une externe). Le parenchyme à l'état cambial se dédouble en deux tissus : un externe dur (tissu protecteur), un interne tendre (tissu nourricier) dans lequel apparaissent les faisceaux.

Les faisceaux de la galle sont en rapport avec ceux de la feuille, la zone génératrice et la zone cambiale procèdent l'une de l'autre.

Tous les tissus de la galle sont des tissus de néoformation ayant des caractères propres et absolument différents de ceux de la feuille ; néanmoins si on les compare à ceux de la feuille normale, on voit que seul l'épiderme supérieur de cette dernière n'a pas d'analogue dans la galle.

Les deux excroissances tombent par suite du même processus et laissent sur la feuille une empreinte ayant des caractères similaires.

Les différences peuvent se résumer par le moindre développement de l'une de ces deux galles. La galle de l'*Hormomyia piligera*, en effet, est plus petite que celle de l'*Hormomyia fagi*, les réactions histologiques déterminées par sa larve sur la feuille sont moins intenses. Cependant, au début, l'apparition des poils sous-épidermiques semblerait indiquer une exubérance spéciale des tissus : pendant ce temps l'autre galle développe surtout sa portion inférieure qui, chose curieuse, est garnie de poils.

La production de la membrane pupillaire spéciale à la galle de l'*Hormomyia piligera* constitue un temps d'arrêt pendant lequel l'autre galle prend déjà un développement considérable.

Dans le développement de la galle de l'*Hormomyia fagi* existe en outre une phase d'élongation et une autre phase d'accroissement diamétral : la première seule est représentée dans le développement de la galle d'*Hormomyia piligera*. Il en résulte que la différenciation est moins complète dans cette dernière que dans la première et l'on peut distinguer, dans le tissu protecteur, deux couches dont le développement est différent.

DEUXIÈME PARTIE

DIPTÉROCÉCIDIES ET ACAROCÉCIDIES DU SAULE
ÉTUDE DES GALLES ET GALLOÏDES FOLIAIRES

(Pl. IV. V, VI, VII).

DIPTÉROCÉCIDIES

Les Diptérocécidies du Saule affectent l'inflorescence, les rameaux ou les feuilles.

Inflorescence. — On connaît une seule galle sur l'inflorescence du *Salix amygdalina* L. dont les chatons mâles sont déformés à leur pointe, par suite de l'épaississement des étamines et des écailles qui se recouvrent en outre de poils blanchâtres. Cette déformation est déterminée par le *Cecidomyia heterobia* H. Lw.

Rameaux. — Les excroissances déterminées sur les rameaux du Saule par les Diptères sont plus nombreuses. Elles sont localisées à la base, au milieu, ou au sommet des branches jeunes ou vieilles.

A la base des rameaux des *Salix aurita* et *cinerea*, on observe de très légers renflements fusiformes, au centre desquels vit la larve du *Cecidomyia Karschi* KIEFF. — Le *Cecidomyia saliciperda* DUFOUR vit dans la région moyenne des rameaux. Les galles déterminées par ce Diptère sont réunies en grand nombre sur une même branche. Le bois, en s'hypertrophiant, soulève l'écorce qui se fendille par place et finit même par tomber. — L'*Agromyza Schineri* GIR. provoque un épaississement unilatéral des rameaux du Saule. — Le *Cecidomyia dubia* KIEFF, est l'auteur de renflements globuleux ou allongés, contenant plusieurs larves, sur les branches des *Salix aurita*, *caprea* et *cinerea*. — Le *Cecidomyia salicis* détermine une cécidie analogue que l'on peut difficilement différencier de la précédente.

Au sommet des branches du Saule tout le monde connaît les « *Roses de saule* » visibles surtout en hiver quand les Saules ont perdu leurs feuilles. Elles sont l'œuvre du *Cecidomyia rosaria* H. Lw, et peuvent s'observer sur différentes espèces. — Une production analogue mais plus étroite et moins étalée se trouve à l'extrémité des branches des *Salix fragilis* et *S. alba* abritant la larve du *Cecidomyia terminalis* H. Lw. — Le *Salix caprea* porte à l'extrémité de ses branches une cécidie du même genre déterminée par *Cecidomyia iteobia* Kieff.

Deux espèces hypertrophient le coussinet de la feuille en affectant en même temps le bourgeon et le rameau qui est plus ou moins gonflé et tordu par suite du raccourcissement des entre-nœuds. Ce sont *Cecidomyia pulvini* Kieff. et *Cecidomyia clavifex* Kieff.

Feuilles. — Sur les feuilles de *Salix viminalis*, le *Cecidomyia marginemtorquens* Winn. produit un enroulement marginal. — Une espèce de *Cecidomyia* encore indéterminée provoque un enroulement analogue des feuilles des *Salix aurita* et *S. cinera*. Ces deux productions peuvent rentrer dans la catégorie des galloïdes. — L'*Hormomyia capreæ* Win. produit à la surface du limbe des *Salix aurita* et *caprea*, des petites cécidies en forme de verrues. — Une autre espèce d'*Hormomyia* encore indéterminée provoque une hypertrophie de la nervure médiane des feuilles des *Salix caprea* et *aurita*.



En parcourant cette liste on est frappé du nombre relativement restreint de galles foliaires portées par le Saule, comparativement à celui des galles insérées sur les rameaux et, parmi les premières on distingue deux types, la galle proprement dite et le galloïde (1).

⁂

Acarocécidies

Si maintenant nous passons en revue les acarocécidies du Saule, nous constatons qu'elles sont également localisées sur les feuilles, les rameaux et l'inflorescence.

(1) Le terme « de galloïde » a été créé par E. Perris (*Galloïdes des Cecidomyies*. Ann. de la Soc. entom. de France, 4ᵉ série, t. X, 1870) pour désigner toute hypertrophie ou déformation permettant de voir les larves par le simple écartement, le déroulement ou le soulèvement des parties qui les abritent.

Inflorescence. — Un *Phytoptus* encore indéterminé déforme les chatons et les bourgeons de *Salix caprea.* Sur les chatons, la déformation représente une chloranthie des fleurs. Le rameau participe également à la formation de la galle; sa masse ligneuse est hypertrophiée et fait saillie à travers l'écorce.

Rameaux. — Les déformations des rameaux dues à des acariens portent surtout sur leur extrémité.—Le *Cecidophyes tetanothrix* Nal. déforme les pousses de *Salix aurita* L. dont les entrenœuds restent courts et portent, à leur extrémité, des bourgeons hypertrophiés. Cette cécidie ressemble à celle que détermine le *Cecidomyia heterobia* H. Lw. — Le *Phytoptus phyllocoptoïdes* Nal. déforme de la même façon les bourgeons des *Salix purpurea* L. *babylonica* et *alba.*

Feuilles. — Les galles foliaires déterminées par les Acariens sur le Saule correspondent à deux types.

Les unes consistent en enroulements marginaux. — Le *Cecidophyes truncatus* Nal. enroule les feuilles de *Salix purpurea.*

Les autres sont de véritables galles. — *Cecidophyes tetanothrix* Nal. produit sur *Salix fragilis* L. *alba* L. *amygdalina* L. *purpurea* L. *cinerea* L. et *viminalis* L. des excroissances *céphalonéiformes.* — *Cecidophyes tetanothrix* var. *lœvis* Nal., provoque des excroissances analogues sur les feuilles de *Salix aurita* L.

⁂

Les Acarocécidies du Saule comprennent donc, comme les Diptérocécidies, des galles et des galloïdes.

Galloïdes. — Les galloïdes déterminés sur les feuilles de Saule par les Diptères et par les Acariens présentent entre eux des caractères extérieurs communs. Ils consistent en un enroulement du bord libre du limbe soit vers la face inférieure, soit vers la face supérieure. J'indique les caractères qui les distinguent l'un de l'autre dans le tableau comparatif ci-dessous :

DIPTÉROCÉCIDIE	*ACAROCÉCIDIE*
Cecidomyia marginemtorquens. Winn. — Enroulement marginal *par en bas* s'étendant sur quelques centimètres, avec épaississement du limbe, sur *Salix viminalis.*	*Cecidophyes truncatus* Nal. — Enroulement marginal *par en haut* ou *par en bas*, très étroit, verdâtre, glabre, non épaissi et peu apparent, sur *Salix purpurea* et la plupart des Saules à feuilles lisses.

Les différences portent donc : 1° sur l'habitat; 2° sur le sens de l'enroulement; 3° sur la présence ou l'absence d'épaississement au niveau de l'enroulement; 4° sur l'étendue du galloïde.

Tandis que les Diptères se fixent sur des espèces bien déterminées, les Acariens au contraire semblent pouvoir affecter indifféremment la plupart des Saules, surtout les espèces à feuilles lisses. Le sens de l'enroulement est bien défini pour les diptérocécidies, il est plus variable pour les acarocécidies.

En résumé, les Diptères déterminent sur les feuilles de Saule, des galloïdes dont les caractères sont bien précis; les galloïdes produits par les Acariens au contraire affectent des formes variables.

Galles proprement dites. — Les galles proprement dites des feuilles de Saule, dues aux Acariens et aux Diptères, peuvent aussi se comparer facilement, ainsi que le montre le tableau suivant :

DIPTÉROCÉCIDIES	*ACAROCÉCIDIES*
Hormomyia capreæ Winn. — Petites cécidies jaunâtres, verruqueuses, dures et luisantes faisant saillie à la face supérieure, et s'ouvrant à la face inférieure. (*Salix aurita* et *caprea*).	*Cecidophyes tetanothrix* Nal. — Petites cécidies rouges, de 1 à 2 millim. de diamètre, saillantes sur les deux faces, ovales à la face supérieure, hémisphériques et percées d'une ouverture à la face inférieure. (*Salis fragilis* L., *alba* L., *amygdalina* L., *purpurea* L., *cinerea* L., *viminalis* L. et beaucoup d'autres espèces de Saule). *Cecidophyes tetanothrix* Nal., var. *lævis*.— Cécidies semblables aux précédentes sur *Salix aurita*.

On voit qu'il existe, à la surface des feuilles de Saule, deux types de galles proprement dites, de forme pustuleuse, présentant entre elles des caractères communs et déterminées l'une par un Acarien l'autre par un Diptère. On peut facilement confondre, à première vue, la galle de l'*Hormomyia capreæ* Winn. avec celle du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lævis*. Nal. Toutes deux font saillie à la face supérieure des feuilles de Saule et sont également visibles à la face

inférieure sur laquelle elles s'ouvrent par un petit orifice. La première est un peu plus grosse et plus dure que la seconde.

Il est curieux de signaler la localisation spéciale de l'acarocécidie du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lævis* qui affecte uniquement les feuilles du *Salix aurita*. Nous avons constaté plus haut, pour les galloïdes, que l'habitat des Acariens gallicoles était ordinairement plus variable. Par contre le type de l'espèce, le *Cecidophyes tetanothrix* Nal., détermine des galles pustuleuses sur un grand nombre de Saules. De plus, d'après Nalepa, il serait également l'auteur d'un galloïde comparable à celui qui est déterminé par le *Cecidomyia heterobia* Lw. (1)

***

L'étude comparative des galles de Saule à laquelle nous venons de nous livrer, montre suffisamment, je crois, qu'il existe entre les Acarocécidies et les Diptérocécidies, visibles sur les feuilles de cet arbre, des ressemblances extérieures frappantes. Je veux comparer la morphologie interne de ces productions en m'attachant uniquement aux espèces qui sont localisées à la surface du limbe. Voici la liste des espèces étudiées dans cette seconde partie de mon travail :

DIPTÉROCÉCIDIES	*ACAROCÉCIDIES*
Galles des	
Hormomyia capreæ Winn.	*Cecidophyes tetanothrix* Nal.
	Cecidophyes tetanothrix var. *lœvis*. Nal.
Galloïdes des	
Cecidomyia marginemtorquens Winn.	*Cecidophyes truncatus* Nal.

(1) Kieffer : *Acarocécidies de Lorraine.* — (Feuille des Jeunes naturalistes. — 1er Mars 1892, n° 257, p. 100) fait remarquer justement au sujet d'autres acarocécidies que « des cécidies différentes l'une de l'autre, appartiennent à des espèces différentes et doivent être distinguées par des noms différents lors même que l'on ne trouverait d'autres caractères différentiels que leur genre de vie ». Je suis absolument de l'avis du savant naturaliste lorrain en ce qui concerne les deux productions gallaires si différentes déterminées par le *Cecidophyes tetanothrix* Nal.

Chapitre III

TYPES GALLAIRES

A. — ACAROCÉCIDIES

GALLE DU *CECIDOPHYES TETANOTHRIX*, var. *LŒVIS* Nalepa, SUR *SALIX AURITA* L.

(Pl. IV, fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6).

Je commencerai l'étude des Acarocécidies du Saule par celle du *Cecidophyes tetanothrix*, var. *lœvis*, à cause de sa localisation bien spéciale. Une seule espèce du genre *Salix*, le *Salix aurita* L., est en effet signalée jusqu'à présent comme pouvant servir de support à cette excroissance végétale.

Rappelons d'abord en quelques mots la morphologie et la structure interne de la feuille de *Salix aurita*, afin de mieux comprendre le développement de la cécidie et la différenciation des tissus gallaires.

Le *Salix aurita* L. (vulgairement *petit marceau*) est une espèce très voisine du *Salix caprea* (vulgairement *Saule marceau*). C'est un arbuste fréquent dans les lieux humides, haut de un à deux mètres, à rameaux flexibles, d'un brun rougeâtre ou grisâtre. Ses feuilles sont ordinairement obovales oblongues, rugueuses à la face supérieure, pubescentes, cotonneuses, glauques en dessous; elles sont portées par un pétiole court. La nervure médiane donne naissance, de chaque côté, à une dizaine de nervures secondaires qui circulent toutes à peu près parallèlement les unes aux autres, en décrivant des courbes à concavité dirigée vers la pointe de la feuille. Les nervures tertiaires établissent des anastomoses entre les précédentes et se résolvent elles-mêmes en une série de petites ramifications qui décrivent, à la surface du limbe, un réseau à mailles polygonales très irrégulier.

Dans le pétiole, circulent trois masses libéro-ligneuses : une centrale plus grande, deux autres latérales plus petites. Arrivées dans la nervure médiane, ces trois masses se condensent en une seule, formée par une série de colonnes ligneuses prismatiques dont l'ensemble constitue un faisceau fermé. Ce faisceau est entouré par des cellules à parois sclérifiées constituant une sorte de gaine protectrice. Au fur et à mesure qu'on se rapproche de la pointe de la feuille, les différents tissus de la nervure médiane diminuent d'épaisseur, le faisceau se tasse et sa gaine protectrice se localise d'un seul côté.

Dans les nervures secondaires, on reconnaît la même structure avec cette différence que le faisceau, en condensant ses éléments, devient un faisceau ouvert dont la gaîne protectrice n'est plus représentée que par une calotte de cellules englobant la masse libérienne.

Enfin, dans les nervures tertiaires (Pl. IV, fig. 1), toute trace de tissu protecteur a disparu à l'entour du faisceau qui circule au milieu d'un parenchyme à parois minces.

Entre les nervures (Pl. IV, fig. 3), la feuille présente les tissus suivants :

1° Un épiderme supérieur formé par des cellules de différents calibres, dont la paroi externe est très épaisse. Au niveau des nervures, cet épiderme est doublé d'une couche de cellules sous-épidermiques ;

2° Un parenchyme en palissade constitué par une seule rangée d'éléments très allongés, à parois fines ;

3° Un parenchyme lacuneux, au milieu duquel sont disséminées de grandes cellules oxalifères contenant chacune une macle.

4° Un épiderme inférieur dont les cellules ont une paroi très fine et la face libre irrégulière et bosselée. Cet épiderme porte quelques poils, surtout au voisinage des nervures (1).

Morphologie externe de la galle

La galle du *Cecidophyes tetanothrix*, var. *lævis*, est insérée à la surface des feuilles du *Salix aurita* L., au voisinage des nervures

(1) La feuille normale dont je décris la structure provient d'une branche qui portait aussi des feuilles avec galles.

secondaires. Elle n'est jamais en contact immédiat avec ces nervures, mais se trouve au milieu d'une des fines mailles polygonales limitées par les nervures tertiaires. Elle fait saillie des deux côtés de la feuille. A la face supérieure, sa présence se manifeste par une petite excroissance hémisphérique, légèrement brunâtre, à surface irrégulière et mamelonnée, large de 1^{mm} 1/2, épaisse de 1^{mm} et entourée par une sorte de dépression circulaire d'un vert plus pâle que la couleur normale de la feuille. Au toucher cette face est rugueuse mais tendre.

Au point correspondant de la face inférieure de la feuille, on remarque une éminence discoïde moins épaisse que celle de la face supérieure, d'aspect duveteux, à surface irrégulière, garnie de poils visibles seulement à la loupe et percée en son centre d'un petit orifice.

Une même feuille porte ordinairement plusieurs galles et, quand ces galles sont en grand nombre, la surface du limbe est sensiblement modifiée : la feuille se gondole (surtout quand les productions gallaires se trouvent insérées sur ses bords) et s'étiole.

Cette production correspond bien au type d'excroissance gallaire désigné autrefois sous le nom de *Cephanoleon*. Elle semble avoir échappé aux anciens naturalistes tels que Malpighi et Réaumur. Elle a eté entrevue pour la première fois par Amerling (1) qui appelle *Bursifex salicis* l'auteur d'une excroissance végétale de divers *Salix* et en particulier du *Salix aurita*, correspondant assez bien à celle qui nous occupe. Winnertz (2) considère les galles des *Salix aurita*, *cinerea* et *viminalis*, ainsi que les galles en clous des feuilles de Tilleul, comme déterminées par le même animal. Thomas (3) est également de cet avis. Nalepa (4) a étudié récemment l'auteur de cette cécidie et en a précisé les caractères.

La galle du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lœvis* Nal. a été observée

(1) Amerling : Sitz. d. konigl. böhem. Ges. d. Wiss in Prag, 1862, pp. 96, 181.

(2) Winnertz : Linnea entomologica VIII, p. 169

(3) Thomas : Botanische Zeitung 1872, pag. 288.

(4) Nalepa : *Neue Gallmilben*. Nova act. der Ksl. Leop.-Carol. Deutschen Akademie der Naturforscher Band LV.

par Thomas (1) dans la Suisse Saxonne. Schlechtendal (2) la trouve dans les bois aux environs de Zwickau. Elle semble très commune en Allemagne. Elle figure également dans la *Liste des acarocécidies de Lorraine* de Kieffer (3).

Je crois avoir été le premier à la signaler en France oú je l'ai trouvée en grande quantité dans le département du Nord. Cependant son aire de dispersion paraît assez restreinte chez nous : je l'ai vainement cherchée dans mes diverses excursions en Auvergne, aux environs de Montpellier et, dans le centre, sur les bords de la Loire où le *Salix aurita* est cependant assez commun.

Aucune étude anatomique n'ayant été faite de cette acarocécidie, je me suis proposé de combler cette lacune.

Étude du développement

Les premiers phénomènes déterminés par la présence des Acariens gallicoles à la surface des feuilles, apparaissent peu après l'épanouissement des bourgeons. Les feuilles attaquées ne se distinguent nullement de celles qui sont indemnes: elles conservent leurs dimensions, leur rectitude et leur coloration normale. Dans ces conditions, il est très difficile, sinon impossible, de saisir le moment précis auquel il faut faire la récolte des feuilles et sur lesquelles d'entre elles doit porter l'observation. J'avais pensé, au début de mes études cécidologiques, en 1887, pouvoir réussir à cultiver, dans mon laboratoire, des galles adultes de *Cecidophyes tetanothrix* var. *lœvis* Nal., dont l'auteur était encore inconnu à cette époque et j'espérais alors, à la bonne saison, contaminer des Saules sous mes yeux, mais ces élevages n'ont que médiocrement réussi. J'ai bien pu conserver vivants, pendant très longtemps, des Acariens fécondés, mais ils échappaient ensuite à mes observations dès que je les déposais à la surface des feuilles.

(1) Thomas : *Beitrag zur Kenntniss alpiner Phytoptocecidien*. Wissenchaftliche Beilage zum Programm. der Herzogl. Realschule und des Progymnasium zu Ohrdruf.

(2) Von Schlechtendal : *Die Gallbildungen (Zoocecidien) der deutschen Gefasspflanzen* Jahresbericht des Vereins fur Naturkunde zu Zwickau, 1890.

(3) Kieffer : *Les Acarocécidies de Lorraine*. Feuille des jeunes Naturalistes, mai 1892, n° 258, p. 129.

Cet insuccès résulte des caractères biologiques de l'Acarien producteur de la galle, ainsi que j'ai pu m'en convaincre par des observations poursuivies pendant l'espace de cinq années. Ne parvenant pas à faire de la culture de laboratoire, j'ai remarqué, dans le cours de diverses excursions faites aux environs de Lille, les *Salix aurita* porteurs des galles en question. J'ai pu ainsi avoir en observation, en différents points, des arbres bien déterminés dont je suivais le développement en leur faisant de fréquentes visites.

Voici ce que j'ai constaté :—Les Saules porteurs de galles perdent leurs feuilles en même temps que les autres arbres non contaminés et les feuilles, en tombant, ne présentent plus d'Acariens gallicoles dans leurs excroissances. Par contre, les bourgeons de ces mêmes arbres examinés pendant l'hiver présentent, entre leurs écailles, une grande quantité de *Cecidophyes* qui, du reste, ne portent alors aucun préjudice à cet organe. Les Acariens étaient représentés par des mâles et des femelles dont les organes sexuels n'étaient pas encore développés.

Mes observations ne confirment pas en ce point l'hypothèse de Landois (1). Ce naturaliste admet que, pour les *Erineum* au moins, les Acariens hibernent dans la galle, y déposent leurs œufs, d'où sortiraient au printemps des adultes capables de produire une nouvelle infection.

Thomas (2) contredit cette opinion de Landois et prétend, sans le démontrer, que les *Phytoptus* des acarocécidies de la Vigne hibernent dans les bourgeons.

Löw (3) pense, sans fournir de preuve à l'appui, que beaucoup d'espèces de Phytoptus passent l'hiver entre les écailles des bourgeons et y déposent leurs œufs. Ces deux faits furent vérifiés par Nalepa (4), pour les espèces suivantes : *Pirus communis* (*Pocken*), *Tilia* (*Ceratoneon*), *Ulmus campestris (Blattknotchen)*, *Acer cam-*

(1) Landois, H. : *Eine Milbe* (*Phytoptus vitis* Land.) *als Ursache des Traubenmisswachses*. Zeitschr. f. Wiss. Zool. Bd., XIV, p. 363.

(2) Thomas : Zeitschr. f. d. ges. Naturwiss. Bd. 42, 1873, p. 25.

(3) Löw : *Beitr. zur Naturgesch. der Gallmilben*. Verh. d. zool. bot. Gesellsch. in Wien. 1873, Bd. XXIV.

(4) Nalepa : *Die Anatomie der Phytoptus*, Sitzb. der. Kais. Akad. der. Wissensch., 1887.

pestre (Cephaloneon myriadeum Bremi), *Corylus avellana* (*Knospendeformation) et Vitis vinifera* (*Erineum*).

J'apporte ici une nouvelle vérification de l'hypothèse de Thomas par mon observation de la galle du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lævis*. J'ai constaté en outre que la ponte s'effectue seulement lorsque le bourgeon est sur le point de s'ouvrir.

Je suis parvenu, il y a quelques années, à infecter un *Salix aurita* qui poussait dans le jardin botanique de la Faculté et qui a présenté, l'année suivante, quelques rameaux dont les feuilles étaient chargées de galles. Seuls les rameaux provenant des bourgeons infectés portaient des galles et je me propose de suivre cette année la marche de la maladie.

Pour déterminer la maladie, il m'a suffi de déposer, à l'extrémité de certains rameaux, quelques tranches minces pratiquées à travers des galles trempées préalablement dans l'eau pour assurer leur adhérence momentanée sur l'organe.

J'ai répété la même expérience sur d'autres arbres de différentes espèces (Aulne, Erable, Hêtre) ; dans aucun cas je n'ai vu apparaître de galles sur les feuilles des rameaux de l'année suivante.

Aussitôt l'épanouissement du bourgeon on peut constater que les œufs sont éclos et qu'il existe, à la surface des feuilles, des jeunes Acariens localisés à la face inférieure et le long des nervures. Etant donné les dimensions de l'animal ($0^{mm}125$) il est assez difficile de faire cette constatation. Voici comment je procède. Je détache soigneusement chaque écaille du bourgeon en la prenant par la base et j'enduis sa face supérieure seulement d'un peu d'hypochlorite de soude ; j'applique ensuite cette face sur une lame porte objet, en plaçant une goutte d'eau sur la face inférieure que je recouvre d'une lamelle maintenue sur la lame par deux fils parallèles qui exercent une certaine pression. L'hypochlorite de soude, agissant sur des tissus jeunes, ne tarde pas à éclaircir considérablement la préparation qui peut être alors examinée rapidement avec l'objectif C et l'oculaire 4 de Zeiss avec lesquels on saisit suffisamment les détails.

Un autre procédé, que j'ai employé concurremment avec le précédent, m'a donné aussi de bons résultats. Il consiste à pratiquer, dans les jeunes feuilles, des coupes transversales épaisses que l'on examine avec les mêmes grossissements en ayant soin de placer,

entre le couvre-objet et la lame, un cadre de papier de façon à constituer une sorte de chambre humide dans laquelle on n'est même pas obligé d'introduire de l'eau si l'on veut observer les animaux dans leurs conditions pour ainsi dire normales d'existence.

J'ai pu constater ainsi les faits suivants :

1° Il existe encore à ce stade des œufs en voie d'éclosion ;

2° Les jeunes Acariens sont doués de mouvements rapides ;

3° Ils sont disséminés entre les poils, la tête tournée vers la surface de la feuille ;

4° Le parenchyme foliaire n'est nullement modifié.

Ces quatre faits ont une importance sur laquelle j'aurai à revenir dans un autre chapitre : je me contente seulement de les enregistrer ici pour la galle qui nous occupe.

La présence simultanée d'œufs non encore éclos et de jeunes larves indique que nous assistons au premier développement des acariens.

La vitalité de ces animaux se manifeste déjà par des mouvements spéciaux, continus, saccadés et leurs pièces buccales, appliquées contre l'épiderme, jouent certainement un rôle important dans la production des phénomènes subséquents.

Malgré cela, à ce stade, la feuille n'est pas encore modifiée dans sa structure intime. Il n'en est pas moins vrai que, dès ce moment, le début de la galle est indiqué d'une façon suffisamment caractéristique.

Si l'on pratique en effet sur les feuilles contaminées des coupes transversales minces, on constate que, dans les points fréquentés par les Acariens, les poils sont beaucoup plus nombreux qu'ailleurs et comme ces animaux vivent par colonies, il en résulte, en certains endroits, de petites touffes à contours plus ou moins circulaires. On distingue facilement les poils de néoformation des poils normaux de la feuille. Ces derniers sont longs, flexueux, à parois épaisses et pâles, les autres sont plus courts, cylindriques, à parois fines et brunes.

Le premier stade du développement de la galle du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lœvis* est donc caractérisé par l'apparition d'une pilosité nouvelle à la face inférieure de la feuille. Cette acarocécidie peut être considérée à son début comme un véritable *Phyllerium*.

On s'explique facilement la localisation des Acariens à la face inférieure des feuilles dans le bourgeon et l'apparition ultérieure des galles sur la même face des feuilles complètement développées. En effet, tandis que la face supérieure du limbe est glabre et luisante, la face inférieure est cotonneuse et son revêtement constitue un feutrage naturel bien fait pour attirer des animaux de taille si minime qui trouvent, au milieu des poils, un abri certain pour hiberner et plus tard un endroit tout indiqué pour la ponte. Les jeunes larves, aussitôt écloses, s'attachent facilement à l'aide de leurs longues soies dans les interstices laissés libres par le revêtement duveteux de la feuille. De plus, comme les poils foliaires sont alors assez rigides et tous dirigés parallèlement les uns aux autres, il s'en suit que les Acariens qui sont eux-mêmes de forme cylindrique ne peuvent avoir, au milieu de ce feutrage, qu'une seule position correspondant à la direction des poils et perpendiculaire à la surface de la feuille. Enfin la nourriture ne pouvant leur être fournie que par la feuille, il est assez naturel de les trouver la tête dirigée du côté de cet organe.

L'apparition de poils nouveaux à la surface du limbe correspond au moment de l'éclosion des œufs. Ceux-ci n'exercent donc aucune action sur la feuille. Seules les jeunes larves paraissent capables de provoquer une réaction de la part des tissus sur lesquels elles se trouvent. Je suis tenté d'attribuer une grande part, dans la formation des poils, aux mouvements incessants qu'exécutent les Acariens et aux lésions qu'ils déterminent sur l'épiderme à l'aide de leurs pièces buccales. Pourquoi en effet les adultes, primitivement cachés entre les écailles du bourgeon, ne provoquent-ils l'apparition d'aucun phénomène à la surface de ces écailles ? C'est que pendant tout le temps qu'ils sont enfermés dans cet abri, c'est à-dire pendant l'hiver, ces animaux, gorgés d'aliments, n'exécutent aucun mouvement et vivent dans une position quelconque à la surface des écailles, qui elles-mêmes forment par leur réunion un organe dont la vitalité est pour ainsi dire à l'état latent. Les Acariens producteurs de cette galle peuvent être considérés comme des animaux *hibernants*, dont les fonctions vitales se ralentissent pendant un certain temps.

On est frappé de la corrélation qui existe entre les phénomènes

vitaux des parasites et ceux de la plante qui est chargée de les abriter et de les nourrir. Aussitôt l'épanouissement du bourgeon, sur des feuilles vigoureuses et pleines de sève, vivent de jeunes acariens venant d'éclore, doués de mouvements rapides, avides de nourriture. L'action exercée par chacun d'eux est encore accrue par leur nombre et la réaction de la feuille est d'autant plus intense que l'organe est plus jeune. Le tissu immédiatement en contact avec les parasites, l'épiderme inférieur, réagit sous l'action de leurs pièces buccales et quelques-unes de ses cellules se prolongent en poils. Ce phénomène n'a plus rien de mystérieux, je crois, lorsque l'on suit, comme je l'ai fait, le développement parallèle et simultané de la plante et de l'animal gallicole.

Pendant ce temps, que se passe-t-il à l'intérieur des tissus de la feuille ? Aucune hypertrophie cellulaire n'est encore visible et tout se borne à une diminution considérable des corps chlorophylliens, d'où résulte une décoloration locale du limbe. A ce stade, il n'existe pas encore d'excroissance ni de déformation de la surface. Au stade suivant la cécidie apparaît sous la forme d'un galloïde.

II

L'action des Acariens gallicoles sur les tissus foliaires devient de plus en plus vive au fur et à mesure de leur développement et se traduit bientôt par une très légère dépression de la feuille vers la face supérieure, une sorte de voussure qui est à peine visible à l'œil nu. Des poils nombreux, enchevêtrés les uns dans les autres, garnissent le fond de la dépression vers la face inférieure, de sorte que la surface de la feuille ne paraît pas modifiée de ce côté. La chlorophylle n'existe plus à l'intérieur des cellules.

Ce stade est donc essentiellement caractérisé par une véritable *invagination* qui se produit vers la face supérieure et de ce fait, surtout quand les galles sont nombreuses sur une même feuille, la surface du limbe se gondole dans les points correspondants aux cécidies.

La feuille de Saule présente alors la moitié de sa taille définitive et aucune excroissance ne se manifeste encore à sa face inférieure.

Les poils normaux qui garnissent cette face sont maintenant beaucoup plus clairsemés et le *phyllerium* se distingue facilement en faisant tache à la surface du limbe. Les Acariens gallicoles qui l'habitent sont surtout nombreux à la périphérie à cause de l'abondance des poils dans cette région, le centre se dénudant petit à petit au fur et à mesure que l'invagination augmente.

III.

Au stade suivant, il faut distinguer dans la galle deux régions : une inférieure et une supérieure, dont le développement corrélatif présente des intensités variables.

Région supérieure

La région supérieure, de beaucoup la moins importante, résulte d'une part de l'invagination primitive que nous avons signalée au stade précédent et d'autre part des tissus normaux de la feuille.

Des deux épidermes, l'épiderme supérieur seul modifie ses caractères; la plupart de ses cellules se prolongent en poils absolument semblables à ceux qui garnissent le fond de l'invagination : poils unicellulaires à parois fines, colorés en brun.

L'épiderme inférieur est absolument dénudé, mais ses cellules ont conservé leurs caractères primitifs.

Les principales modifications portent sur le parenchyme en palissade et sur le parenchyme lacuneux dont les cellules se recloisonnent activement sans l'intervention d'une zone génératrice, chaque cellule se divisant individuellement. Les grandes cellules du parenchyme en palissade deviennent ainsi des éléments polyédriques qui conservent néanmoins une direction spéciale, leur grand axe étant toujours plus ou moins perpendiculaire à la surface de la feuille. Le parenchyme lacuneux subit les mêmes modifications : tous ses éléments se multiplient, sauf les grandes cellules oxalifères qui restent en même nombre et conservent les mêmes dimensions.

Il en résulte que l'épaisseur primitive de la feuille se trouve considérablement accrue et cette action se combinant avec la

déformation de la lame foliaire, la partie supérieure de la galle est constituée.

Aucun tissu nouveau n'est intervenu dans la formation de cette portion de la galle. On voit au contraire que les tissus normaux de la feuille ont seuls contribué à former toute l'épaisseur de la paroi gallaire de ce côté, par suite de leur actif cloisonnement. Cette activité semble aller en augmentant de l'épiderme inférieur vers l'épiderme supérieur. On remarque en outre que, pendant ce travail cellulaire, les Acariens gallicoles ont peu à peu quitté leur habitat primitif et se trouvent sur les bords de l'invagination, probablement par suite de la chute des poils dont on retrouve les débris, vides de protoplasme, à l'intérieur de la cavité gallaire.

La région supérieure de la galle n'est susceptible d'aucun accroissement ultérieur. Elle n'a, en réalité, qu'une bien mince importance dans la constitution de la galle. Cependant, dans les descriptions que l'on donne de la galle du *Cecidophyes tenanothrix* var. *lœvis*, on considère généralement la portion supérieure comme plus épaisse et plus développée que la portion inférieure que l'on a l'air de prendre pour accessoire. C'est seulement en pratiquant des coupes transversales de cette galle que l'on peut juger du contraire. La véritable région gallaire de néoformation et abritant les Acariens gallicoles se trouve à la face inférieure de la feuille ; nous allons en étudier maintenant le développement.

Région inférieure.

Le *Phyllerium* primitif à contours irréguliers, aussitôt après son invagination et pendant son hypertrophie, présente sur ses bords un léger bourrelet qui résulte des modifications survenues dans l'intérieur des tissus. Il se produit en effet, dans les tissus sous-jacents à l'épiderme, un cloisonnement très actif et il apparaît une zone génératrice annulaire qui correspond à toute la région occupée en ce point par le parenchyme lacuneux de la feuille normale et s'étend même jusqu'aux faisceaux de la maille vasculaire au milieu de laquelle est implantée la galle.

Cette zone génératrice fonctionne vers l'intérieur ou plutôt vers la face supérieure de la feuille et donne naissance à un tissu homogène formé par des cellules à cloisonnement régulier, à parois

fines, disposées en colonnes et limitées par un épiderme ressemblant en tous points à celui de la feuille, mais dont toutes les cellules se prolongent en poils unicellulaires, cylindriques, à parois fines.

La région inférieure de la galle s'accroît donc par son extrémité libre. C'est en ce point que l'on trouve les cellules les plus jeunes en voie de formation, la zone génératrice annulaire s'éloignant progressivement de la base au fur et à mesure qu'elle se cloisonne et laissant derrière elle des cellules d'autant plus vieilles qu'elles sont plus proches de la région basilaire.

Parmi les cellules résultant du cloisonnement de la zone génératrice, les plus externes, qui constituent l'épiderme de cette région, sont primitivement prolongées en poils. Mais en vieillisant elles perdent ce revêtement pileux de sorte que seul le bord libre de la galle reste en définitive pourvu de poils, le reste de l'épiderme se dénudant d'une façon progressive.

Les Acariens disséminés au milieu des poils changent donc d'habitat au fur et à mesure du développement de la galle. Quittant petit à petit les régions dénudées, ils viennent se fixer sur les tissus de néoformation. Les tissus primitifs abandonnés par eux ne subissent plus aucun accroissement. Au contraire la région nouvelle qu'ils occupent continue à se développer et s'élève à la surface de la feuille.

Cette migration continue de l'acarien gallicole contribue, selon moi, à donner à la galle sa forme caractéristique, surtout si l'on veut admettre que l'animal agit par ses pièces buccales et produit sur les cellules, en contact desquelles il se trouve, des succions répétées pour y puiser sa nourriture. Or, les mœurs phytophages des Acariens gallicoles en général sont indéniables. Mais on peut se demander si ces animaux vivent de cellulose ou de protoplasma. La question est facilement tranchée quand on étudie le contenu de leur tube digestif. J'ai toujours trouvé, à l'intérieur de cet organe, chez toutes les espèces que j'ai étudiées, tous les éléments du protoplasma : des leucites, des grains d'amidon, des grains de chlorophylle, mais jamais de parois cellulaires. Les pièces buccales des Phytoptoïdes ne sont du reste nullement organisées pour broyer la cellulose et la trompe qui termine leur extrémité antérieure indique bien que ce sont des animaux suceurs. Les

crochets qui garnissent leurs pattes sont bien appropriés également pour préparer ces succions en perforant les membranes cellulaires.

***

En résumé, voici ce qui se passe dans la formation de la galle du *Cecidophyes tetanothrix*, var. *lœvis* Nal. :

La présence des parasites à la surface de la feuille se traduit d'abord par une sorte de faiblesse des tissus déterminée par les lésions épidermiques dues aux pattes des Acariens et la lame foliaire se déprime pour faire saillie vers la face supérieure,

Les *Cecidophyes* provoquent en outre par leurs succions répétées un appel de sève au niveau des cellules épidermiques inférieures qui, réagissant, se prolongent en poils. Ce travail hyperplasique se communique de proche en proche aux tissus sous-jacents à travers la lame foliaire jusqu'à l'épiderme supérieur.

L'animal puise ainsi directement sa nourriture dans une région assez restreinte qui ne tarde pas à être insuffisante à ses besoins. Les poils de cette région tombent, vides de protoplasma, et l'Acarien gagne la périphérie où sa présence provoque l'apparition d'un bourrelet annulaire irrégulier qui s'accroît par son extrémité en présentant à sa surface des poils jeunes, gorgés de sève, fournissant au parasite une nourriture toujours nouvelle et abondante.

Au fur et à mesure que ce mur annulaire s'édifie, les poils qui garnissaient sa base se colorent en brun et se mortifient. Toute la vitalité réside au bord libre de la galle, là où se trouvent les Phytoptes qui continuent leurs succions jusqu'à leur complet développement. On trouve alors ces animaux gorgés de nourriture, non plus dans leur position primitive, la tête en bas, mais dans une attitude quelconque. On les observe aussi, à la fin de la période de végétation, soit dans le fond de la cavité gallaire soit à l'extérieur même de la galle où ils ne déterminent plus aucune lésion hypertrophique.

***

Quant à la différenciation des tissus de la galle, elle est presque insignifiante. Les éléments cellulaires une fois formés restent identiques pendant tout le temps de leur existence et les parois de la cécidie sont en somme constituées par un tissu à peu près homogène.

Anatomie de la galle adulte

J'ai étudié la structure de cette galle : 1° sur des coupes perpendiculaires au plan de la feuille et passant par le grand axe de l'excroissance (coupes longitudinales par rapport à la galle); 2° sur des coupes tangentielles à la surface de la feuille, c'est-à-dire transversales à l'excroissance.

Sur les coupes longitudinales il faut distinguer deux régions orientées par rapport au plan de la feuille : la région supérieure et la région inférieure.

1° *Région supérieure*

(Pl. IV, fig. 5).

La région supérieure est limitée de part et d'autre par une surface irrégulière, bosselée; elle est un peu plus épaisse que le limbe foliaire et présente la structure suivante :

1° Une assise supérieure ou externe qui correspond à l'épiderme supérieur de la feuille et qui est formée par des cellules à parois fines dont quelques-unes sont prolongées en poils unicellulaires, cylindriques.

2° Un parenchyme externe formé par quelques rangées de cellules à cloisonnement assez régulier, à parois fines, ayant conservé quelques-uns de leurs caractères primitifs et rappelant le parenchyme en palissade dont elles proviennent. Ces cellules ont perdu la chlorophylle qui les remplissait au début.

3° Un parenchyme interne (par rapport à la cavité gallaire), dont les cellules présentent un cloisonnement irrégulier et ne laissent entre elles aucun espace. Ces éléments ne ressemblent plus aux cellules du parenchyme lacuneux dont elles proviennent ; cependant, au milieu d'eux, sont intercalés de grandes cellules sphériques avec macles d'oxalate de chaux absolument identiques à celles qui sont incluses dans le parenchyme normal.

4° Une assise inférieure ou interne formée par une rangée de cellules à surface libre absolument plane, ce qui différencie ces éléments des cellules épidermiques inférieures de la feuille dont la surface est bosselée. Cette assise se continue sur toute la portion inférieure de la galle et se relie à l'épiderme inférieur de la feuille. Elle ne présente pas de stomates.

Ces quatre tissus ont donc acquis, dans le cours du développement de la galle, des caractères propres un peu différents de ceux des tissus dont ils proviennent. Au point de vue anatomique, on peut dire que chacun d'eux a perdu sa physionomie caractéristique.

L'épiderme supérieur, tissu protecteur à cuticule épaisse, est devenu dans la galle une zone de cellules à parois fines avec un revêtement pileux très abondant. Le parenchyme en palissade, avec ses leucites jeunes, sa chlorophylle et son amidon, s'est transformé en un tissu à cloisonnement plus irrégulier, vide de matériaux nutritifs qui ont tous été épuisés pendant la période d'hypertrophie. Le parenchyme lacuneux est remplacé, dans les tissus gallaires, par un parenchyme compact qui a conservé néanmoins ses cellules oxalifères. L'épiderme inférieur enfin a perdu ses stomates ; il est représenté par une zone de cellules de recouvrement plus grandes que celles dont elles proviennent.

Les faisceaux libéro-ligneux qui circulent dans les tissus gallaires ont conservé leur orientation primitive et sont représentés par une masse de vaisseaux ligneux doublée, vers la face inférieure, par quelques cellules libériennes. Dans les coupes longitudinales, ces faisceaux sont ordinairement au nombre de trois : l'un d'eux, plus gros, occupe le centre, les autres sont disposés symétriquement de chaque côté du premier et à peu près à égale distance. Tandis que celui du centre a pris un léger développement secondaire, les deux autres restent au stade primitif et correspondent, au point de vue morphologique, aux faisceaux des nervures tertiaires tels que nous les avons décrits plus haut. En regard du faisceau central existe ordinairement une excroissance du parenchyme et une élevure correspondante de la surface vers la face inférieure.

2° *Région inférieure.*

(Pl. IV, fig. 6).

La région inférieure a la forme d'un entonnoir dont la grande ouverture est fermée par la portion supérieure de la galle que nous venons de décrire. Sur des coupes longitudinales passant par l'orifice on remarque la structure suivante :

1° Un épiderme qui recouvre l'intérieur et l'extérieur de l'entonnoir et qui se relie, d'une part, à l'épiderme interne de la région

supérieure et, d'autre part, à l'épiderme inférieur de la feuille. Ce tissu n'a pour ainsi dire aucun caractère propre. Il ressemble beaucoup à celui qui recouvre la région supérieure. Cependant, en l'étudiant sur tout son parcours, on constate qu'il change de physionomie suivant les régions. A la base, du côté interne, il est formé par de grands éléments à parois minces, réguliers, sans cuticule et ne portant pas de poils. Vers les bords de l'ouverture presque toutes ses cellules se prolongent en poils unicellulaires cylindriques, à paroi fine, réfringente, dont quelques-uns, mortifiés et colorés en brun, ont leurs parois cutinisées. Ce revêtement pileux se continue sur toute la surface externe de la galle. A la base, au niveau du sillon qui entoure l'excroissance, les poils cessent et les cellules épidermiques toujours à parois fines sont plus petites et à surface plus irrégulière, se reliant ainsi, par une transition lente, aux cellules bosselées de l'épiderme inférieur de la feuille.

2° Un parenchyme qui résulte nous l'avons vu du cloisonnement de la zone génératrice et conserve de ce fait une disposition régulière. Il est formé par des cellules aplaties suivant le grand axe de la galle et disposées en colonnes longitudinales. Ces éléments sont dépourvus de chlorophylle ; ils ont tous les caractères d'un tissu jeune : un noyau très gros, un protoplasma riche en amidon. Par contre, l'oxalate de chaux si abondant dans la région basilaire ne se trouve pas dans ce tissu.

Il existe, on le voit, des différences absolument tranchées entre les deux régions de la galle. La région supérieure résulte d'une invagination et d'une hypertrophie du limbe foliaire ; elle n'est pour ainsi dire qu'une phase du développement de la galle et ne constitue pas, à proprement parler, une *excroissance*. La région inférieure au contraire peut être considérée à elle seule comme la véritable galle ; elle est entièrement formée par des tissus nouveaux ayant des caractères propres ; elle n'est parcourue par aucun faisceau libéro-ligneux.

Cavité gallaire

On est convenu d'appeler *cavité gallaire* l'espace entouré par les parois de la galle et habité par les animaux gallicoles.

C'est ainsi que nous avons désigné jusqu'ici cette cavité pour

faciliter la description et l'étude de la galle du *Cecidophyes tetanothrix*, var. *lœvis*, mais, en l'espèce, cette dénomination est absolument fausse. On ne trouve en effet les acariens gallicoles dans cette cavité que lorsqu'ils sont morts ou qu'ils y tombent accidentellement. Ces animaux habitent normalement les espaces libres situés entre les poils qui garnissent le pourtour de l'orifice, à l'intérieur comme à l'extérieur de la galle.

Quoiqu'il en soit, la cavité que l'on trouve au centre de la galle est limitée par des parois tout à fait irrégulières, anfractueuses, formant une série de replis garnis de poils. Du fond de la galle se détachent aussi des excroissances de la surface, mais absolument glabres et ne servant par conséquent pas d'abri aux animaux gallicoles.

***

En résumé, la galle du *Cecidophyes tetanothrix*, var. *lœvis*, après avoir passé par le stade *Phyllerium*, est constituée d'une part à l'aide d'une invagination et d'une hypertrophie consécutive du limbe foliaire et d'autre part sa région inférieure résulte du cloisonnement d'une zone génératrice annulaire, qui laisse au sommet un petit orifice donnant accès dans une cavité irrégulière. En certains endroits, les parois de cette cavité sont garnies de poils entre lesquels habitent les acariens producteurs de la galle.

GALLE DU *CECIDOPHYES TETANOTHRIX* NAL. (espèce type)

Les détails anatomiques que nous venons d'exposer au sujet de la galle du *Cecidophyes tetanothrix*, var. *lœvis* nous permettront d'être bref dans l'étude des acarocécidies produites par l'espèce type, qui sont beaucoup moins intéressantes à cause de leur localisation si variable sur la plupart des espèces de Saule.

J'ai choisi deux d'entre elles qui m'ont paru être les plus communes dans la région où se sont étendues mes recherches (la région du Nord). Ce sont celles déterminées par le *Cecidophyes tetanothrix* sur les feuilles des *Salix viminalis* et *Salix alba*.

Ces deux arbres, fréquents dans les prairies humides et aux bords des eaux, ont les feuilles lancéolées, soyeuses en dessous.

Dans les deux cas, j'ai trouvé les acariens gallicoles hibernant entre les écailles du bourgeon, disséminés entre des poils, dans une position quelconque.

Les bourgeons du *Salix alba* s'épanouissent avant ceux du *Salix viminalis*. On peut observer corrélativement que les acarocécidies apparaissent, sur les feuilles du *Salix alba*, avant que celles du *Salix vinimalis* ne soient encore indiquées. Ce petit point de détail est assez curieux à noter. Aucune déformation de la feuille n'est visible, avons-nous vu plus haut, pour les galles du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lævis* avant l'épanouissement des bourgeons ; mais aussitôt que le point végétatif reprend sa vitalité les acariens gallicoles manifestent leur présence en déterminant une modification spéciale du limbe. S'il n'était pas facile, en l'espèce, de préciser le moment exact où apparaissent les premiers phénomènes, toujours est-il que, en observant comme je l'ai fait d'une façon simultanée, deux plants de Saule, l'un de *Salix viminalis*, l'autre de *Salix alba*, on a une vérification frappante de ce fait, à cause même de la différence qui existe dans la précocité de ces deux espèces.



Le développement de ces deux acarocécidies s'effectue absolument de la même façon que dans le cas du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lævis*. La galle passe d'abord par le stade *Phyllerium* sans que sa présence se manifeste à la surface des feuilles par autre chose qu'une touffe de poils au milieu de laquelle vivent les parasites non encore sexués venant d'éclore et placés tous la tête en contact avec l'épiderme.

Au stade suivant, la feuille s'invagine vers la face supérieure, mais cette invagination est beaucoup plus forte que dans le cas précédent étant donné les dimensions de la galle. Sur le *Salix viminalis* notamment, la surface du limbe est plus que triplée au niveau de la galle. Il en résulte que la face supérieure de l'excroissance prend un aspect framboisé très caractéristique. Je crois pouvoir expliquer ce développement considérable en surface par *l'abondance* des acariens à l'*intérieur* de la galle.

Les *Cecidophyes tetanothrix* sont en effet beaucoup plus nombreux dans les galles qu'ils déterminent que la variété *lævis* dans les siennes. De plus, au lieu d'être localisés au pourtour de l'orifice,

ils sont disséminés un peu partout sur la paroi interne de la galle et, de ce fait, leur action doit être plus directe sur les tissus de la feuille.

Par contre, l'hypertrophie que nous avons signalée, au stade suivant, dans le développement de l'acarocécidie due à la variété, ne se manifeste pas ou presque pas dans celui de l'espèce type.

Une autre différence consiste dans l'inégal développement de la région inférieure et de la région supérieure de la galle. On peut dire, à première vue, que la galle de l'espèce type fait uniquement saillie à la face supérieure de la feuille, tant cette portion est développée comparativement à la région inférieure qui fait à peine saillie au-dessus de la surface. Cela tient à ce que cette région participe pour ainsi dire à l'invagination vers la face supérieure.

Sur des coupes longitudinales on peut distinguer néanmoins, dans la galle, une région inférieure qui se présente sous la forme d'un entonnoir très court au centre duquel se trouve l'orifice de la cavité gallaire.

La région inférieure se développe de la même façon que nous avons décrite plus haut, par l'intermédiaire d'une zone génératrice annulaire qui apparaît dès le début du stade d'invagination et fonctionne pendant toute cette période, de sorte qu'ici encore les deux régions de la galle s'accroissent en même temps par des processus différents.

***

Nous considérerons donc comme précédemment, dans ces deux galles, deux régions : l'une inférieure, l'autre supérieure, limitées par le plan de la feuille, et nous comparerons leur structure à celle de la feuille normale. Ces deux régions doivent être étudiées sur des coupes transversales et longitudinales.

1° Galle déterminée sur le Salix alba

(Pl. IV, fig. 7-8).

Structure de la feuille. — La feuille normale du *Salix alba* présente, entre les nervures, la structure suivante : 1° Deux épidermes à peine différents l'un de l'autre, formés tous deux par des

cellules de différents calibres à cuticule épaisse et dont quelques-unes sont prolongées en poils cylindriques, uni-cellulaires, épais ; 2° Un parenchyme en palissade formé par une seule rangée de cellules à cloisonnement régulier ; 3° Un parenchyme lacuneux dont les éléments composants, vaguement polyédriques, ne laissent entre eux que de très petits espaces aérifères et au milieu duquel on remarque de grandes cellules contenant chacune une macle d'oxalate de chaux. Les faisceaux libéro-ligneux constituant les fines nervures au voisinage desquelles apparaissent les galles sont formés de vaisseaux annelés et réticulés et de courtes cellules libériennes.

***

Anatomie de la Galle

Région supérieure.

La région supérieure de la galle résulte simplement de modifications survenues dans les tissus foliaires à la suite de l'action des acariens gallicoles.

L'épiderme supérieur a conservé tous ses caractères avec cette différence que, de distance en distance, certaines de ses cellules se sont prolongées en poils supplémentaires, à base épaisse, unicellulaires, comparables en tous points aux poils normaux de la feuille.

Le parenchyme sous-jacent provient du parenchyme en palissade dont chaque cellule s'est simplement divisée en deux après avoir perdu son contenu chlorophyllien.

Le parenchyme lacuneux se retrouve, dans cette région de la galle, avec tous ses caractères : ses cellules irrégulières et ses macles d'oxalate de chaux. Les faisceaux qui y circulent sont les faisceaux propres de la feuille ayant conservé leur orientation et présentant le même parcours. Seulement, dans sa portion la plus interne, c'est-à-dire du côté de la cavité gallaire, ce parenchyme présente des cloisonnements réguliers et constitue ainsi une *zone génératrice*, ayant la forme d'une cuvette, qui englobe la base de la galle. Cette zone génératrice est très peu active et donne seulement naissance à une ou deux assises de cellules nouvelles, sous-jacentes à l'assise interne de la galle. Voilà pourquoi le fond de la galle est un peu plus épais que le limbe de la feuille normale, mais cette augmentation d'épaisseur est presque insignifiante.

L'épiderme inférieur (assise interne de la galle), tassé par les cellules de néoformation, a perdu un peu ses caractères primitifs; ses cellules sont plus aplaties et ne portent pas de poils.

Région inférieure

La région inférieure, qui résulte d'une simple prolifération des cellules se produisant au pourtour de l'invagination primitive, est formée par des éléments à cloisonnement régulier, disposés suivant des colonnes verticales. Cette région est beaucoup plus restreinte que dans la variété *lœvis* ; au milieu de ses tissus n'apparaît aucun faisceau libéro-ligneux. L'épiderme qui la recouvre est différent suivant qu'on le considère sur la face externe ou sur la face interne. Sur la face externe, les cellules épidermiques ressemblent à celles de l'épiderme inférieur de la feuille. Ce sont des éléments isodiamétriques à paroi externe cutinisée. Au milieu de ces cellules sont interposés, de distance en distance, des poils unicellulaires cylindriques dont la base est épaissie. L'épiderme conserve ce caractère sur le bord libre de l'ouverture gallaire ; mais, vers l'intérieur, il est constitué par des éléments plus petits, aplatis, dépourvus de poils et ressemblant beaucoup aux cellules qui recouvrent, vers l'intérieur, la région basilaire de la galle.

Cavité gallaire

Normalement, les Acariens gallicoles qui habitent cette excroissance vivent entre des poils qui garnissent la région externe, au pourtour de l'orifice. Néanmoins, on trouve quelques-uns d'entre eux dans la cavité spacieuse que limitent les deux régions dont nous venons de faire la description. Cette cavité est beaucoup plus régulière que dans la galle de la variété *lœvis*; ses parois n'offrent pas les anfractuosités que nous avons signalées plus haut, elles ne sont garnies de poils qu'au pourtour de l'orifice d'entrée : ailleurs, elles sont absolument lisses.

2° Galle déterminée sur le Salix viminalis

(Pl. IV, fig. 9).

Les galles déterminées sur les feuilles de *Salix viminalis* par le *Cecidophyes tetanothrix* Nal. se présentent sous la forme de petites pustules, grosses comme une tête d'épingle, faisant saillie sur les deux faces de la feuille, colorées en rouge à la face supérieure, duveteuses et pâles à la face inférieure. Elles sont localisées au voisinage du bord de la feuille, rarement en contact avec la nervure médiane et toujours en nombre assez restreint. Elles affectent parfois même le bord libre de la feuille et ressemblent alors à première vue, aux galles du *Cecidophyes truncatus* Nal. Les feuilles qui portent les galles ne sont nullement modifiées dans leur port ni dans leur coloration, sauf quand les cécidies sont placées sur les bords. On ne trouve jamais de galles insérées sur le pétiole.

La structure de la feuille normale de *Salix viminalis*, entre les fines nervures, est la suivante sur des échantillons recueillis au voisinage de feuilles contaminées et par conséquent soumises aux mêmes conditions physiologiques.

1° L'épiderme supérieur formé par de grandes cellules dont la paroi externe est fortement cutinisée ;

2° Le parenchyme en palissade constitué par une rangée de cellules très étroites ;

3° Le parenchyme lacuneux constitué par de petites cellules de différents calibres, laissant entre elles de fins espaces aérifères ;

4° L'épiderme inférieur dont les petites cellules composantes ont une paroi externe assez fine. Au milieu de ces cellules sont interposés des poils unicellulaires cylindriques à paroi cutinisée.

Le parenchyme lacuneux renferme des cellules rondes contenant chacune une macle d'oxalate de chaux. Les faisceaux sont constitués par une toute petite masse ligneuse présentant, en coupe transversale, trois ou quatre vaisseaux et par une masse libérienne un peu plus forte.

Développement de la Galle

Les galles apparaissent au voisinage de ces fines nervures et font d'abord saillie vers la face inférieure de la feuille, par un processus d'invagination comparable en tous points à celui que nous avons déjà observé dans la galle du *Cecidophyes tetanothrix* sur *Salix alba* et dans celle du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lævis* sur *Salix aurita*, avec cette différence que dans ces deux galles l'invagination s'opère vers la face supérieure.

Cette différence s'explique quand on étudie la préfoliaison des bourgeons du *Salix viminalis*. Les feuilles sont imbriquées les unes au-dessus des autres et leurs bords sont légèrement enroulés vers l'extérieur, de sorte qu'il est facile aux Acariens gallicoles qui habitent ces bourgeons pendant l'hiver de se fixer sur la face supérieure qui est ramenée en-dessous, en partie du moins. (On observe aussi quelquefois des galles insérées en sens inverse et faisant saillie dès le début vers la face supérieure, mais cela est exceptionnel, la position normale de la galle étant celle que nous avons indiquée).

Ce détail, qui avait échappé jusqu'ici aux naturalistes s'occupant de galles, a cependant une importance assez grande quand on étudie les rapports existant entre les tissus gallaires et les tissus foliaires. Il précise en outre un processus anatomique qui est ici absolument manifeste : je veux parler de l'invagination, qui est la première manifestation du développement de la galle. C'est bien à une véritable invagination, dans toute l'acception du terme, à laquelle nous assistons au début dans ce groupe des acarocécidies du Saule, car, si l'on prend comme terme de comparaison les deux galles déterminées par une même espèce, le *Cecidophyes tetanothrix* Nal., sur *Salix alba* et sur *Salix viminalis*, on peut voir que, dans les deux cas, la lame foliaire est simplement modifiée, étirée, chacune des cellules des deux parenchymes se cloisonnant pour son compte sans l'intervention d'une zone génératrice. De plus, ce processus s'effectue, suivant le cas, dans deux directions différentes, l'une des galles étant saillante à la face supérieure, l'autre à la face inférieure de la feuille.

Quoi qu'il en soit de ces analogies et de ces différences, une fois l'invagination commencée, la seconde région de la galle, la région

supérieure, se développe à son tour et aboutit à la formation d'une sorte de cône ouvert à son sommet ; mais cette ouverture est à vrai dire virtuelle, car l'excroissance supérieure, en proliférant, subit une évolution irrégulière et le bord libre de la galle semble rentrer vers l'intérieur de la cavité gallaire.

La région supérieure de cette galle, qui correspond à la région inférieure de la galle du *Salix alba*, est beaucoup moins développée que dans cette dernière. Elle résulte, comme celle-là, de la prolifération des tissus sous-jàcents ; mais c'est le parenchyme en palissade de la feuille qui lui donne naissance.

Structure de la galle adulte

Les deux régions de la galle ainsi constituées ont la structure suivante :

Région inférieure

1° Un épiderme formé par de petites cellules dont quelques-unes sont prolongées en poils cylindriques à parois fines.

2° Une ou deux rangées de cellules tabulaires à cloisonnement régulier.

3° Un tissu formé par trois ou quatre rangées de cellules à parois fines renfermant quelques éléments oxalifères.

4° Une rangée de cellules épidermiques internes constituées par de petits éléments irréguliers à parois fines non prolongés en poils.

5° Les faisceaux libéro-ligneux circulent entre les deux parenchymes, le bois tourné vers l'intérieur de la cavité gallaire. En prenant les faisceaux comme point de repère, on peut facilement comparer les tissus gallaires avec ceux de la feuille normale et constater que ces tissus ont totalement perdu leurs caractères primitifs pendant l'invagination.

Région supérieure

La région supérieure est très restreinte et n'est pas vascularisée ; elle est formée par un tissu homogène dont tous les éléments ont un cloisonnement assez régulier et sont limités, vers l'intérieur, par une assise de cellules à parois fines et, vers l'extérieur, par une

rangée de cellules allongées perpendiculairement à la surface libre et dont la membrane externe épaissie est cutinisée. Ce tissu de néoformation ne rappelle en rien les parenchymes foliaires. Seule l'assise externe participe aux caractères de l'épiderme supérieur de la feuille.

Cavité gallaire.

La cavité généralement désignée sous ce nom et qui correspond comme précédemment à la cavité d'invagination, ressemble en tous points à celle de la galle du *Salix alba*. C'est une cavité spacieuse, à parois lisses dans le fond, garnie de poils au voisinage de l'orifice d'entrée ; entre ces poils vivent les acariens gallicoles.

B. — DIPTÉROCÉCIDIES

GALLE DE L'*HORMOMYIA CAPREÆ* Winn.

Syn. : Oligotrophus capreæ Winn.

(Pl. V).

Galle pustuleuse, uniloculaire, sphéroïdale, ayant 1^{mm} à 1^{mm} 1/2 de diamètre, insérée au voisinage de la nervure médiane ou des nervures latérales du *Salix caprea* et du *Salix aurita*, faisant saillie également des deux côtés de la feuille et s'ouvrant à la face inférieure, par un petit orifice circulaire placé au centre d'une sorte de cône tronqué. Sa couleur est d'un jaune verdâtre au début, plus tard elle devient rouge pourpre, surtout à la face supérieure; sa surface est brillante ; elle est de consistance dure. Autour de la cécidie le limbe est décoloré.

Les galles de l'*Hormomyia capreæ* Winn sont souvent réunies en grand nombre à la surface d'une même feuille; le limbe est alors légèrement chiffonné mais il ne paraît pas souffrir outre mesure de la présence des cécidies.

Cette galle est très commune en France (1) où je l'ai observée dans toute la région du Nord et récemment en Auvergne et aux environs de Montpellier. Malpighi qui a décrit et figuré un certain nombre de galles du Saule ne fait pas mention de celle-ci.

(1) Fockeu : *Première liste de galles observées dans le Nord de la France*, loc. cit.

Martel (1) a signalé sa présence aux environs d'Elbeuf.

En Alsace-Lorraine Kieffer la cite comme trés fréquente (2). Elle est commune dans toute l'Allemagne où elle a surtout été étudiée.

Trois naturalistes ont fixé leur attention sur cette cécidie. Ils en ont décrit sommairement la structure anatomique et ont indiqué quelques phases du développement.

Bremi (3) dans sa « *Monographie der Gallmucken* » signale, en appendice, à la fin de son travail, une Galle du *Salix capreæ* qu'il croit pouvoir rapporter à une *Cecidomyie* et qui en réalité est bien une production due à l'*Hormomyia capreæ* comme le prouve son dessin de la planche II. Voici ce que dit Bremi à ce sujet : « La galle apparaît sous la forme d'une éminence hémisphérique à la face inférieure des feuilles *Salix caprea*. Cette éminence de 3/4 de millimètre de hauteur est recouverte en son sommet d'une membrane polie, brillante, verdâtre et demi-transparente comme une peau de tambour, tandis que le reste est constitué par l'épiderme de la feuille non transformé. Ces galles sont éparses sur toute la surface de la feuille, ordinairement isolées, souvent aussi réunies à 2 ou 6 à côté les unes des autres, toujours en rapport avec la nervure médiane. Parfois elles s'accumulent sur la nervure médiane ou sur une forte nervure secondaire et, dans ce cas, ne présentent pas de développement pupillaire. La face supérieure de la feuille, aux points correspondants, est légèrement déprimée et jaunâtre. Les galles conservent cette même couleur avec la face supérieure lisse jusqu'à leur maturité, mais la membrane disparaît et l'ouverture circulaire sert de porte de sortie à l'insecte. »

Cette observation de Bremi, bien qu'imparfaite, correspond en réalité à l'une des phases initiales du développement de la galle, ainsi que j'aurai l'occasion de le démontrer plus loin.

Mik (4) qui a figuré et étudié sommairement la galle de l'*Hor-*

(1) Martel : *Première liste des cécidies observées aux environs d'Elbeuf*, en 1891.

(2) Kieffer : *Diptérocécidies de Lorraine*. Feuille des jeunes Naturalistes, *loc. cit.*

(3) Bremi : *Beitrage zu einer Monographie der Gallmucken* (*Cecidomyia*), in « Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften. »

(4) Mik : Wiener entomolog. Zeitung. VIII, p. 306, Taf. V.

momyia capreæ, prétend que la jeune galle présente deux chambres. L'ouverture de la galle conduit dans une première cavité limitée par une paroi molle, d'un jaune vert-pâle, qui la sépare d'une seconde loge plus grande, la chambre larvaire proprement dite. A maturité, le mur de séparation de ces deux loges se détruit. L'étude du développement de la galle nous prouvera que l'observation de Mik est erronée.

Dans sa description des *Galles de Cecidomyies*, Franck (1) consacre quelques lignes à la galle qui nous occupe et donne une fausse interprétation du développement de cette cécidie. D'après cet auteur, l'insecte gallicole pénètre dans les tissus de la feuille et provoque ainsi, dans toute l'épaisseur du mésophylle, l'apparition d'un méristème dont le centre est occupé par la loge gallaire. Selon lui la cavité se prolonge vers l'extérieur par un conduit étroit qui paraît avoir été fermé par l'accroissement des tissus. Il distingue dans les parois de la galle adulte une couche externe, une couch protectrice et une zone interne médullaire. La différenciation de ces tissus n'est pas exposée et un seul dessin schématique accompagne le texte.

On voit par ce qui précède que l'étude anatomique de la galle d'*Hormomyia capreæ* a à peine été ébauchée et que les auteurs qui s'en sont occupés ont simplement décrit la galle jeune et pratiqué une coupe grossière dans la galle adulte sans caractériser les tissus et sans montrer leur évolution.

Je suivrai dans l'étude de cette diptérocécidie la même méthode que précédemment, de façon à pouvoir comparer sa structure avec celle de l'acarocécidie.

Étude des phénomènes qui précèdent l'apparition de la Galle

La galle apparaît au mois de mai, aussitôt après l'épanouissement des bourgeons. La première question qui se pose est de savoir comment et à quelle époque l'œuf est déposé sur la feuille. L'insecte adulte dépose-t-il ses œufs dans les bourgeons ou sur les feuilles épanouies? J'ai vainement cherché, dans les mémoires traitant du développement des Diptères en général et surtout des

(1) Franck : *Krankeiten der Pflanzen.*

Cecidomyies, des documents sur ce sujet. Renonçant à résoudre ce problème par l'expérimentation qui m'avait jusqu'ici donné des résultats négatifs dans d'autres cas analogues, je me suis contenté d'observer, pendant plusieurs années consécutives, l'apparition de la galle, non pas dans mon cabinet mais dans la nature.

Mon point d'expérience a été le Bois de Condé, où j'ai observé la galle en grande quantité dès l'année 1887, à proximité d'un endroit appelé le *Mazé* et où je l'ai toujours récoltée depuis en grand nombre ; je marquais chaque année, d'une étiquette, les arbres qui m'intéressaient, de sorte qu'il m'était facile de m'orienter dans mes recherches.

J'ai pu constater ainsi les faits suivants :

1° Jamais les bourgeons, avant leur épanouissement *complet*, ne contiennent d'œufs ni de larves entre leurs écailles. J'insiste sur le mot *complet*, car les bourgeons ont, chez le Saule, une structure spéciale, en ce sens que les feuilles subissent un certain accroissement bien avant l'ouverture et l'écartement des pièces composant ces organes. Les feuilles du centre sortent alors par l'extrémité, formant une petite houppe terminale qui pourrait déjà servir de réceptacle à une ponte d'insecte. Eh bien, jamais, à ce stade, je n'ai trouvé d'œuf dans les bourgeons que je prélevais çà et là sur les différents arbres composant ma saulaie d'expériences.

2° Aussitôt l'épanouissement *complet* des bourgeons, quelques feuilles de certains bourgeons sont susceptibles de porter à leur surface des œufs d'*Hormomyia capreæ*.

3° Les œufs, détachés de la feuille et placés en observation dans mon cabinet, ne sont jamais arrivés à maturité et ne m'ont jamais donné de larves. J'ai tenté, avec ces œufs, des expériences dans le détail desquelles je n'entrerai pas, parce qu'elles ne m'ont donné aucun résultat.

Introduits artificiellement dans une piqûre faite à la surface d'une feuille, non seulement ces œufs n'ont pas éclos, mais leur introduction dans les tissus de la plante n'a rien produit et je n'ai constaté qu'une mortification des tissus due certainement à la blessure expérimentale et absolument étrangère à la présence de l'œuf.

4° Les œufs ne sont pas en contact immédiat avec l'épiderme de la feuille, mais fixés d'une manière quelconque à la surface des poils qui garnissent la face inférieure des feuilles.

Cette observation me paraît avoir une grande importance pour expliquer la cause primordiale de la cécidie. Elle détruit l'assertion de Franck (1) d'après laquelle le parasite pénétrerait à l'intérieur des tissus de la plante et cela, à un moment de son développement non précisé par cet auteur. Mon observation prouve au moins que l'œuf n'est pas introduit dans une piqûre préalable faite par la mère pondeuse, qu'en un mot la galle de l'*Hormomyia capreæ* n'est pas le résultat d'une piqûre.

5° Des bourgeons reconnus contaminés et laissés à l'extrémité de rameaux assez longs furent transportés dans mon laboratoire. Je pus réussir, dans certains cas, à voir apparaître des larves qui se fixèrent immédiatement par leur face ventrale sur l'épiderme inférieur de la feuille.

La larve d'*Hormomyia capreæ* est excessivement petite et il faut user de certains artifices pour la voir et l'étudier en place sur la feuille. Disons d'abord que, avec un peu d'habitude, on arrive facilement à trouver les bourgeons épanouis qui fourniront plus tard des feuilles avec galles. Ceux-ci n'ont pas l'aspect vivant et vigoureux des autres bourgeons indemnes, surtout quand la contamination est abondante c'est-à-dire porte sur plusieurs feuilles. Les folioles sont frisottées, plissées sur elles-mêmes. La fixation des œufs à la surface des poils semble avoir pour résultat de faire disparaître leur protoplasme en tout ou en partie ; ces poils conservent néanmoins encore assez de rigidité et de vie pour retenir entre eux les œufs qui y ont été déposés. Je me suis même demandé si ces œufs n'étaient pas fixés à la plante par une matière agglutinante, visqueuse, sécrétée par l'insecte au moment de la ponte: je n'ai pu encore vérifier le fait, mes expériences in vitro ayant toujours échoué.

Quoiqu'il en soit, voici comment je procède pour observer les larves, in situ, à la surface des feuilles. Les folioles des bourgeons contaminés étant détachées, avec précaution, à l'aide d'une fine pince, je racle délicatement leur face supérieure avec un bon rasoir

(1) Frank : loc cit.

de façon à aviver la surface. Les feuilles étant très tendres se dissocient facilement et l'on obtient, par cette opération, de petits fragments dénudés sur leur face supérieure que l'on place alors sur une lame de verre (la face supérieure dénudée étant appliquée contre la lame) enduite d'une faible couche de potasse caustique ou d'hypochlorite de soude *en ayant soin de ne pas laisser attaquer la face inférieure libre par le réactif.* Au bout d'une minute environ, avant qu'aucune adhérence ne se manifeste, les lambeaux de feuilles sont enlevés et transportés sur une autre lame de verre portant une goutte d'eau très étalée, additionnée d'un peu de glycérine au tiers. La potasse ou l'hypochlorite de soude ont pour but de dissoudre le protoplasma et d'éclaircir la face supérieure de la feuille, ces réactifs pénétrant facilement dans les tissus de la face supérieure par les éraflures de l'épiderme. L'eau glycérinée permet de faire glisser facilement les lambeaux de feuille à la surface de la lame de verre et ce liquide, tout en maintenant une certaine cohésion, n'a pas tendance à empiéter sur la face inférieure. Il est important, en effet, de ne pas détacher la larve par un courant d'eau si l'on veut juger de son orientation.

En examinant les préparations ainsi faites, sans couvre-objet, avec l'objectif C de Zeiss, on trouve facilement les petites larves de forme ovoïde, présentant une légère proéminence à la partie antérieure et un abdomen à neuf segments. Ces larves sont douées de mouvements très lents, elles rampent à la surface de la feuille sans s'écarter beaucoup de certains points ; ce sont surtout des mouvements de rotation qu'elles effectuent. Ces phénomènes s'observent surtout au début, aussitôt après l'éclosion ; on peut facilement alors détacher les larves de la feuille avec l'extrémité d'un pinceau ou d'une fine aiguille. Elles ne contractent pas d'adhérence avec la feuille et celle-ci ne présente aucune lésion, même épidermique.

Plus tard, on trouve les larves fixées aux points où apparaîtront les galles et leur aspect a changé. Elles sont plus globuleuses, comme enroulées en boule et leur proéminence antérieure paraît effacée. Il est difficile alors de les détacher de la feuille. Elles sont au repos, fixées par leur extrémité antérieure à l'épiderme de la feuille ; on ne peut même pas les séparer de la feuille sans léser cet organe, les fines pièces buccales de l'animal étant engagées au milieu des cellules épidermiques.

Dès ce moment, la vie et le développement de la jeune larve sont intimement liés à l'accroissement de la feuille.

En arrêtant par des incisions le développement de certaines feuilles, on peut voir que les larves qui y étaient attachées ne tardent pas à périr; au contraire, en émondant certaines branches pour permettre à la sève de se porter en plus grande abondance sur d'autres bourgeons, j'ai pu constater que les bourgeons gallifères ainsi favorisés, en se développant plus rapidement que les autres, portaient aussi des galles plus précoces et plus grosses. Il y a encore ici des phénomènes caractéristiques d'une *association* que j'ai déjà eu à signaler antérieurement au sujet de la galle d'*Hormomyia fagi* (1).

Les conditions biologiques du développement de l'insecte gallicole étant établies, voyons maintenant comment la plante réagit contre la présence du parasite à sa surface.

Tout d'abord on peut facilement remarquer, lorsqu'on détache une larve de la surface de la feuille, que l'animal a produit une lésion toute locale des cellules épidermiques. Cette lésion, que je considère comme la cause primordiale et le début de la galle, consiste en une excoriation, une dénudation de la cuticule des cellules, dont le protoplasma jeune sert de nourriture à la larve (2). La lésion primitive ne porte que sur une ou deux cellules épidermiques, mais son action se transmet, de proche en proche, aux cellules voisines, sur un espace équivalant aux dimensions de la jeune

(1) Dans les observations que je viens d'exposer, j'ai été souvent arrêté par des scrupules de détermination. Les insectes qui vivent sur les Saules (en particulier sur *Salix aurita*) et qui sont susceptibles d'y déposer leurs œufs, sont nombreux et variés en espèces. Parmi les pontes récoltées en forêt et que je croyais pouvoir rapporter à l'*Hormomyia capreæ*, quelques-unes m'ont fourni des *Orchestes*, des *Erirhinus* et surtout des *Aphis salicis L.* Les larves de ces espèces aussitôt écloses, ne se comportent nullement comme celles de l'*Hormomyia capreæ* et quittent de suite la feuille qui leur sert de support. Un autre caractère *pratique !* qui m'a beaucoup aidé, c'est l'excessive petitesse de ces œufs, dont je n'ai constaté la présence à la surface des feuilles que tout à fait accidentellement et qui m'avaient échappé pendant les premières années de mes recherches. Tous les autres sont visibles à la loupe et ne se trouvent jamais en aussi grand nombre à la surface d'une même feuille. De plus, sauf ceux de l'*Aphis salicis*, aucun n'est fixé à la surface des poils foliaires.

(2) Si l'on examine des larves par transparence, avec un fort grossissement, ou en les écrasant par pression sous la lamelle du couvre-objet, on constate dans leur tube digestif la présence de corpuscules amylacés et de grains de chlorophylle.

larve. Ces dernières cellules ne sont pas excoriées, ni vides de protoplasma, mais elles manifestent un certain degré de mortification qui se traduit surtout par la disparition de la chlorophylle et la cutinisation plus complète de la paroi externe. Il en résulte une tache jaune sous-jacente à la jeune larve qui, à ce moment, est gorgée de nourriture, renflée en boule, la partie antérieure engagée au milieu des cellules épidermiques.

Franck a sans doute observé la larve à ce stade pour en conclure qu'elle pénétrait à l'intérieur des tissus avant le développement de la galle. En réalité, il n'en est rien. Nous verrons que la larve est absolument passive, qu'elle se contente de sucer le protoplasma de la feuille et que celle-ci finit par entourer complètement l'animal par suite de la réaction et du cloisonnement qui s'opèrent dans ses tissus.

J'avais cru devoir attribuer, au début de mes recherches, l'apparition de la tache jaune au seul contact de la larve sur l'épiderme. J'ai pu constater depuis, en isolant les larves, en les détachant de leur place primitive et en les appliquant en des points nouveaux, que jamais il ne se produisait sous elles de décoloration épidermique et que celle-ci apparaissait postérieurement à la lésion de l'épiderme.

La décoloration de l'épiderme, qui traduit l'altération protoplasmique des cellules, est bientôt suivie par le décollement de ce tissu au niveau de la tache jaune. L'épiderme se détache des tissus sous-jacents dont il ne peut suivre l'accroissement. A ce stade, commence véritablement la production *objective* de la cécidie, les phénomènes qui précèdent ne se manifestant à l'extérieur par aucun épaississement des tissus ni aucune voussure de la surface.

Point d'insertion de la galle

La galle d'*Hormomyia capreæ* s'insère au voisinage des nervures (surtout des nervures secondaires, la plupart du temps dans l'angle que font ces nervures avec les nervures tertiaires). Cette localisation ne doit pas nous étonner ; elle est à peu près générale dans toutes les cécidies foliaires produites comme celle-ci par une larve gallicole et ne résultant pas d'une piqûre. La larve qui se fixe sur

la feuille n'a qu'un but, c'est de chercher sa nourriture. Elle est guidée, en cette circonstance, par l'instinct et s'installe sans doute là où elle a chance de trouver le maximum de nourriture, au voisinage des régions qui sont chargées spécialement de faire circuler la sève. Toutefois j'ai pu constater que la jeune larve ne se fixe pas d'emblée là où elle se trouve plus tard ; elle pratique sur la feuille des sortes de saignées légères qu'elle abandonne ensuite pour aboutir finalement au voisinage des nervures. On comprend facilement qu'elle ne s'attaque pas aux nervures elles-mêmes, étant donné que ces dernières sont protégées par un tissu dur et résistant.

Le point d'insertion de la galle peut donc être limité : 1° par la nervure principale d'un côté, à un niveau quelconque, et de l'autre par une nervure secondaire; 2° par une nervure secondaire d'un côté et une nervure tertiaire de l'autre; 3° le plus souvent par une nervure tertiaire de part et d'autre.

En somme, la galle occupe ordinairement le centre d'une des fines mailles vasculaires formées par les nervures tertiaires. A l'intérieur de ces nervures on trouve, avons-nous vu, un petit faisceau libéro-ligneux unique, protégé seulement vers la face supérieure et vers la face inférieure par quelques cellules épaisses à parois cutinisées.

Comme cette dernière localisation est de beaucoup la plus commune, j'ai étudié le développement de la galle de l'*Hormomyia capreæ* en la prenant comme point de départ.

ETUDE DU DÉVELOPPEMENT DE L'EXCROISSANCE.

Parmi les phénomènes antérieurs à l'apparition de l'excroissance gallaire il en est un qui présente un intérêt spécial et que nous avons signalé dans un paragraphe précédent, c'est le décollement de l'épiderme inférieur en contact avec le corps de la larve.

La cécidie en question n'est pas en effet une production épidermique ; elle procède du mésophylle de la feuille.

***

L'épiderme décollé de la surface est percé d'un petit orifice pupillaire. Il est nécessaire de faire passer les coupes transversales

par cet orifice si l'on veut avoir une orientation exacte pour l'étude de la différenciation des tissus. On remarque sur de telles coupes que les deux lambeaux d'épiderme relevés de part et d'autre ont été détachés du tissu sous-épidermique par mortification de la paroi cellulosique inférieure. Au point correspondant à l'orifice pupillaire, le tissu sous-épidermique est entamé par la larve qui a exercé son action jusqu'aux cellules du parenchyme en palissade les plus externes. Ces dernières sont en effet vides de protoplasma et complètement dépourvues de chlorophylle.

La lésion portant sur les cellules du parenchyme lacuneux me parait être le vrai point de départ de l'excroissance gallaire. Jusqu'alors, tous les phénomènes observés étaient des phénomènes de nécrose affectant les tissus les plus externes dont la vitalité est relativement moindre que celle des tissus sous-jacents. Mais dès que la larve a épuisé la nourriture restreinte contenue dans les cellules épidermiques et sous-épidermiques, elle arrive sur un tissu beaucoup plus riche en sève, dont les réactions vitales sont plus intenses et se traduisent par un cloisonnement actif des cellules pour limiter la marche envahissante de la larve gallicole.

Je me suis demandé bien souvent quelle était la cause primordiale de ce cloisonnement d'où résulte la galle. La question est très difficile à résoudre et les expériences que j'ai voulu tenter à ce sujet ayant toutes échoué, je ne puis malheureusement y répondre que par les hypothèses qui avaient servi elles-mêmes de point de départ à mes recherches.

Trois points me semblent pouvoir être discutés :

1° L'extrémité antérieure de la larve, engagée à l'intérieur des tissus, joue le rôle d'un corps étranger introduit dans une blessure et l'action de l'animal serait alors toute passive, la feuille réagissant seule pour englober le corps étranger *vivant*.

2° La larve introduit dans la lésion qu'elle détermine par ses pièces buccales un liquide spécial sorte de venin qui agirait comme celui des Cynips.

3° La larve se contente de sucer la sève de la plante et ses succions activeraient le cloisonnement des cellules sur lesquelles elle opère.

Ces trois hypothèses renferment un principe qu'il faut toujours avoir présent à l'esprit dans les études cécidologiques : c'est la

cause *mécanique* de l'apparition de la galle. Je crois que la première à elle seule ne donne pas une explication suffisante du phénomène. On comprend mal qu'un corps étranger, même vivant, donne naissance, par sa seule présence, à une excroissance toujours identique à elle-même, avec une structure anatomique complexe et en rapport avec la vitalité de la larve qui la produit (1).

La troisième hypothèse, combinée ou non à la seconde, me paraît plutôt correspondre à la réalité. Les pièces buccales de la larve sont disposées pour sucer en même temps que pour piquer. On trouve dans son tube digestif tous les éléments composant le protoplasma. Une succion continue est-elle capable de produire une galle ? C'est à cela que se résout en dernière analyse le problème qui nous intéresse. L'expérience seule est capable de répondre à cette question (2).

Quoiqu'il en soit, me contentant nécessairement d'enregistrer les phénomènes objectifs du développement de la galle, voici ce que j'ai observé :

Aussitôt après le soulèvement de l'épiderme inférieur les

(1) Ici comme pour la galle de l'*Hormomyia fagi* j'ai pu vérifier que le développement de la galle était en rapport avec le développement de la larve incluse dans les tissus. A une galle atrophiée ou arrêtée dans son développement correspond une larve morte Une piqûre faite dans une galle en voie de développement arrête le développement de la larve gallicole incluse.

(2) Parmi les nombreuses expériences que j'ai tentées dans le but de trancher cette question et dont le détail me paraît superflu, étant donné leur résultat négatif, il en est deux qui m'avaient fait espérer au début un succès relatif, je ne puis résister au désir de les exposer sommairement.

1° Des tubes de verre capillaires excessivement fins sont enfoncés, à différentes profondeurs et suivant différentes inclinaisons, dans les tissus de la tige ou de la feuille du *Salix caprea*. Voici ce que j'ai constaté. — Les tubes capillaires enfoncés dans l'écorce ne provoquent aucune réaction des tissus : tout se borne à une simple blessure. Les tubes introduits dans le bois provoquent un appel de sève d'autant plus considérable qu'on les enfonce davantage dans ce tissu. La zone cambiale prend au pourtour du corps étranger un surcroît d'activité qui se traduit par un cloisonnement exagéré de ses cellules. Dans les tissus de la feuille, la pénétration des tubes capillaires n'a jamais déterminé qu'une mortification très manifeste.

2° Une deuxième série d'expériences fut tentée avec des *Culex pipiens* privés de *pattes* et d'*ailes* dont j'engageais la trompe à l'intérieur des tissus foliaires et que je fixais par une goutte de baume de Canada à la surface des feuilles. J'espérais ainsi pouvoir apprécier la valeur des deux dernières hypothèses réunies, mais les *Culex*, ainsi mutilés et considérablement dérangés dans leur genre d'existence, ne tardaient pas à mourir L'expérience ne put jamais se prolonger au-delà de quelques jours et ne me donna aucun résultat. Il est bien difficile de se placer dans les circonstances de la nature et de ne pas transformer, en une blessure irréparable, une simple succion relativement inoffensive.

cellules du parenchyme lacuneux immédiatement en contact avec le tissu sous-épidermique se cloisonnent activement et forment une zone génératrice annulaire au pourtour de la larve. Le cloisonnement de ces cellules, qui présente son maximum d'intensité au centre, va en diminuant vers la périphérie. La région centrale entourée par la zone génératrice est formée par les cellules du parenchyme lacuneux en voie de mortification qui servent de nourriture à la larve et qui ne sont nullement susceptibles de se cloisonner.

Il résulte de la forme même de la zone génératrice et de son mode de cloisonnement qui s'opère vers la face inférieure, que ce tissu de néoformation finit par entourer complètement la larve gallicole. La galle est alors visible à l'extérieur sous la forme d'une éminence discoïde faisant saillie à la face inférieure de la feuille.

En s'accumulant autour de la larve les cellules génératrices ne forment pas une cavité complètement close, mais elles limitent, dans la région axillaire de l'excroissance, un orifice infundibuliforme donnant accès dans un pertuis qui met en communication la chambre larvaire avec l'extérieur. Dans la suite du développement, les parois du pertuis se rapprochent tellement qu'elles finissent par se toucher et que la galle paraît complètement close ; mais en réalité il existe toujours une solution de continuité entre les cellules adjacentes de ce canal ainsi qu'on peut s'en rendre compte sur des coupes longitudinales passant par l'axe de la cécidie.

Ce détail anatomique, mal interprété par certains auteurs, est le point de départ d'une erreur grossière qui consiste à prétendre que la larve s'engage dans les tissus de la plante, se creuse pour ainsi dire un canal avant le développement de la zone génératrice et de l'apparition de toute excroissance à la surface de la feuille. Le processus anatomique que je viens de signaler implique au contraire un rôle absolument passif à la larve qui se contente de se nourrir sur place sans faire aucun mouvement. Le développement de la cécidie est dû simplement à une réaction des tissus de la feuille, réaction provoquée *peut être*, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, par les succions de la larve.

L'orifice infundibuliforme qui précède le pertuis est recouvert en partie par les débris de l'épiderme décollé ; il constitue en ce

point une sorte de chambre que Mik considère à tort comme une seconde chambre larvaire.

***

Le cloisonnement de la zone génératrice s'effectue d'abord vers la face inférieure de la feuille seulement. C'est ainsi que se trouve formée la première région de la galle, bien avant que toute trace d'excroissance ne soit visible sur la face supérieure.

Les cellules résultant de la zone génératrice diffèrent tout à fait des éléments qui constituent le parenchyme lacuneux normal. Ce sont des cellules à cloisonnement régulier, disposées en rangées parallèles à l'axe de la galle. Elles sont remplies de protoplasma jeune, avec un noyau volumineux, mais ne contiennent pas de chlorophylle ni d'oxalate de chaux ; par contre, elles sont assez riches en amidon.

***

Au pourtour de la galle existe un bourrelet qui fait saillie à la face supérieure surtout et qui a échappé à tous ceux qui ont décrit cette cécidie. Il est pourtant très manifeste et se traduit, sur les coupes transversales, par deux élevures qui circonscrivent les tissus gallaires.

Ce bourrelet se produit, dès le début, pendant le cloisonnement de la zone génératrice et joue un rôle très important dans le développement de la galle. Il résulte de l'hypertrophie des fines nervures qui avoisinent le point d'insertion de la galle, phénomène que nous avons déjà signalé dans le développement de la galle de l'*Hormomyia fagi*. L'hypertrophie des faisceaux en contact avec l'excroissance n'a pas lieu de nous étonner : c'est le processus anatomique ordinaire de toutes les lésions. L'apparition de nouveaux tissus gorgés de sève nécessite une vascularisation plus grande. Pour cela les faisceaux acquièrent un développement secondaire assez intense, grâce à l'apparition d'une zone cambiale, dont la zone génératrice de la galle ne paraît être que le prolongement. Ainsi s'établit une sorte de plancher cellulaire qui partage l'espace limité par les nervures hypertrophiées en deux zones, l'une inférieure, l'autre supérieure et qui est percé en son centre pour circonscrire la cavité gallaire proprement dite.

*
* *

Nous avons vu le développement de la partie inférieure de la galle se produire grâce au cloisonnement des cellules de la zone génératrice. Quant à sa portion supérieure, qui constitue le fond de la cavité gallaire et qui est beaucoup moins importante, elle résulte en partie du cloisonnement du parenchyme en palissade. Les cellules de ce tissu se segmentent activement après avoir perdu leur chlorophylle et fournissent un tissu homogène dont les éléments sont disposés en séries régulières parallèles les unes aux autres.

Dès ce moment, la galle d'*Hormomyia capreæ* a acquis ses caractères morphologiques définitifs. Elle fait saillie inégalement des deux côtés de la feuille et son développement dépend de l'accroissement corrélatif de l'organe sur lequel elle est insérée.

Un des caractères anatomiques les plus importants de la feuille jeune, c'est le manque absolu de tissu scléreux au pourtour des faisceaux. La *gaine protectrice* et les tissus à parois épaisses que nous avons signalés plus haut dans la feuille adulte n'apparaissent en effet que progressivement dans le cours du développement. Dans la galle très jeune il n'existe pas non plus, au début, de tissus protecteurs et toute l'excroissance est formée alors par un tissu homogène, à parois fines, limité vers la face supérieure par l'épiderme de la feuille normale à peine modifié et vers la face inférieure par une rangée de cellules à parois fines, à cloisonnement irrégulier, qui tapissent en même temps l'orifice d'entrée de la cavité gallaire.

La cavité gallaire, très restreinte, est limitée par de petites cellules gorgées de protoplasma et riches en matières amylacées : c'est le tissu nutritif de la larve gallicole (Pl. V, fig. 2).

*
* *

Le stade suivant est caractérisé par la différenciation des tissus gallaires et surtout par le développement d'une zone protectrice qui limite vers l'extérieur les tissus tendres de la feuille. Cette zone protectrice résulte de la lignification des parois des cellules les plus superficielles et par conséquent les plus anciennement produites par la zone génératrice. La lignification des parois de ces cellules se produit en même temps que celle de la gaine protectrice des faisceaux : ces deux couches ont entre elles des relations

évidentes. C'est d'abord vers la face supérieure que s'effectue ce processus anatomique ; il se forme de la sorte une lentille scléreuse, peu épaisse, à concavité inférieure, disposée immédiatement en dessous du tissu sous-épidermique.

Vers la face inférieure, cette zone est beaucoup plus épaisse et vient tapisser l'orifice de la galle. La zone protectrice une fois produite, l'excroissance ne peut plus s'accroître, son développement s'arrête et sa structure reste alors identique jusqu'à la mort de la galle qui précède celle de la feuille.

Structure de la galle adulte.

La structure de la galle adulte a été étudiée sur des coupes transversales perpendiculaires au limbe foliaire et passant par l'axe du canal gallaire. Sur de telles coupes on peut distinguer deux régions : une externe que nous avons désignée plus haut sous le nom de *bourrelet annulaire* et une interne, centrale, qui fait partie de la galle proprement dite (Pl. V, fig. 3).

Dans la zone externe, en rapport avec une nervure, on trouve les tissus foliaires considérablement modifiés. Les deux parenchymes, lacuneux et en palissade, sont remplacés par un tissu homogène qui participe plutôt du dernier et qui est formé par de grandes cellules disposées en séries linéaires et perpendiculaires à la surface de la galle. Ces cellules sont dépourvues de chlorophylle et leur oxalate de chaux a complètement disparu.

Un faisceau libéro-ligneux circule dans cette zone, faisceau appartenant le plus souvent à une nervure tertiaire. Le bois et le liber de ce faisceau ont subi un accroissement secondaire et sa gaine protectrice lui forme un entourage continu.

La région centrale, la galle proprement dite, est comme enchassée dans l'anneau foliaire hypertrophié avec lequel elle prend contact au niveau des faisceaux. Elle présente la structure suivante :

1° Un épiderme supérieur qui n'est en somme que l'épiderme supérieur de la feuille dont les caractères sont à peine modifiés, les dimensions des cellules s'étant simplement accrues pour suivre le développement des tissus sous-jacents.

2° Le tissu sous-épidermique formé par une seule rangée de

cellules polyédriques à parois fines et dont la structure correspond à celle des cellules sous-épidermiques normales de la feuille.

3° La gaine protectrice, zone continue que l'on rencontre des deux côtés de la galle. Vers la face supérieure elle est constituée par de petites cellules polyédriques à parois épaisses lignifiées. Dans la région équatoriale ces cellules sont allongées dans le sens de l'épaisseur de la feuille; elles se relient en ce point à la gaine protectrice des faisceaux. A la face inférieure, la gaine protectrice forme le revêtement externe de la galle et garnit en même temps le pourtour de l'orifice gallaire. En cet endroit, elle est formée par des cellules à parois épaisses, plus grandes que celles de la région supérieure. La rangée la plus externe ne se différencie des autres que par son cloisonnement plus régulier.

L'épaisseur de la zone protectrice va en augmentant de la face supérieure vers la face inférieure de la galle où elle acquiert son maximum. Dans la région équatoriale, là où elle se confond avec la gaine protectrice des faisceaux foliaires, elle renferme les faisceaux libéro-ligneux de l'excroissance.

4° Les faisceaux libéro-ligneux d'abord inclus dans la zone protectrice, s'en dégagent pour pénétrer dans la zone centrale de la galle et s'y terminer en pointe mousse. Leur trajet est tout à fait irrégulier.

5° Le parenchyme central ou *médullaire* peut se diviser en deux zones qui passent insensiblement de l'une à l'autre. La zone externe plus épaisse est formée par des cellules polyédriques à paroi mince, à protoplasma riche en eau et dont le noyau a disparu. La zone interne peut être considérée comme le tissu nutritif de la galle; elle est constituée par des cellules polyédriques à cloisonnement plus régulier que les précédentes, avec un noyau et une réserve amylacée assez abondante. La dernière rangée, la plus interne, qui tapisse la cavité gallaire, se distingue à peine des autres cellules nutritives.

Cavité gallaire

La cavité gallaire proprement dite, c'est-à-dire celle qui renferme la larve gallicole, passe par différentes phases pendant le développement de l'excroissance. Au début, elle est largement ouverte et limitée par l'épiderme inférieur à peine modifié. Elle a,

à ce moment, la forme d'une cuvette, au fond de laquelle vit la larve nullement protégée par les tissus foliaires qui ne sont pas encore hypertrophiés. Plus tard, par suite du cloisonnement de la zone génératrice, les bords de cette cuvette se rapprochent et la larve est complètement enfermée dans une cavité dont les parois se moulent sur son corps. L'hypertrophie des tissus continuant à se produire, la loge gallaire se trouve prolongée par un fin canal dont les bords sont accolés l'un à l'autre et qui s'ouvre à l'extérieur dans un infundibulum assez vaste.

A ce stade, la larve n'est plus en communication directe avec l'extérieur. L'air lui arrive néanmoins du dehors en pénétrant dans l'intervalle des cellules qui bordent le conduit gallaire.

C'est en détruisant les cellules de la couche nutritive puis celles du conduit gallaire que la larve quitte sa prison végétale pour se métamorphoser.

***

Comparaison entre la structure de l'Acarocécidie et celle de la Diptérocécidie.

Nous retrouvons, dans l'étude du développement des galles du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lævis* et de l'*Hormomyia capreæ*, un caractère commun : apparition d'une zone génératrice annulaire. Tandis que, dans le cas de la Diptérocécidie, la galle tout entière résulte du cloisonnement de ce tissu, dans l'Acarocécidie la zone génératrice ne contribue qu'à la formation de la partie inférieure de l'excroissance. Il y a, dans cette dernière, une invagination préalable des tissus foliaires qui constitue la partie supérieure de la galle.

Mais la cavité habitée par les *Cecidophyes*, vaste, largement ouverte à l'extérieur, à parois anfractueuses garnies de poils, n'est nullement comparable à la petite loge gallaire qui abrite l'*Hormomyia capreæ*.

La structure anatomique de ces deux galles est totalement différente. La présence d'une zone protectrice épaisse, limitant le tissu médullaire nutritif central, est tout à fait caractéristique de la diptérocécidie. L'autre galle est beaucoup moins résistante ; elle est constituée par des tissus mous, parenchymateux et sa région inférieure n'est pas vascularisée.

CHAPITRE IV.

GALLOÏDES

Les galloïdes foliaires déterminés sur le Saule par les Diptères ou par les Acariens se rapportent à un type bien défini : l'enroulement marginal du limbe par en haut ou par en bas.

Les deux plus intéressants et les plus connus au point de vue spécifique, sont celui du *Cecidomyia marginemtorquens* WINN. sur le *Salix viminalis* et celui du *Cecidophyes truncatus*, NAL. sur *Salix purpurea* L. Je fais connaître dans ce chapitre la structure anatomique et le développement de ces deux cécidies.

GALLOÏDE DU *CECIDOPHYES TRUNCATUS* NAL.

(Pl. VI, fig. 1, 2. Pl. VII, fig. 1, 2, 4).

Ce galloïde consiste dans un enroulement marginal des feuilles du *Salix purpurea* L., soit vers la face supérieure, soit vers la face inférieure. Il peut atteindre jusqu'à 5 millimètres de longueur sur 2 millimètres d'épaisseur au-dessus du plan de la feuille. On le trouve depuis la pointe jusqu'à la base du limbe, jamais sur le pétiole. Il présente une ouverture en forme de fente ; sa surface est irrégulière, bosselée ; sa couleur rouge-foncé à maturité.

Lorsque les galloïdes sont isolés ils ne modifient nullement l'aspect de la feuille, mais quand ils sont réunis en grand nombre, les uns à la suite des autres comme cela a lieu d'ordinaire, la feuille de *Salix purpurea* paraît tailladée sur ses bords et l'ensemble du limbe présente une certaine courbure.

Avant de décrire la morphologie interne du galloïde, rappelons en quelques mots la structure de l'organe qui lui sert de support.

Le bord de la feuille du *Salix purpurea* L. est constitué de la façon suivante :

Un épiderme, formé de cellules à paroi externe fortement cutinisée, recouvre une masse de tissus dont les éléments polyédriques, à cloisonnement irrégulier, ont également leurs parois épaisses (sclérenchyme).

En dessous, du côté de la face supérieure, une rangée de cellules aplaties termine le parenchyme en palissade et, du côté de la face inférieure, des cellules à peu près semblables forment le prolongement du parenchyme lacuneux.

Un faisceau libéro-ligneux vient se terminer entre ces deux parenchymes, sans jamais pénétrer dans la sclérenchyme. (Pl. VII, fig. 2, 4).

Le reste du limbe est constitué par deux épidermes à peine différents l'un de l'autre : les cellules de l'épiderme inférieur sont plus petites et leur paroi externe est moins épaisse. Dans les feuilles étudiées et comparables, c'est-à-dire se trouvant dans les mêmes conditions que les feuilles contaminées, le parenchyme en palissade comprend deux couches de cellules prismatiques assez larges et le parenchyme lacuneux ne diffère que par l'irrégularité de son cloisonnement. Les faisceaux libéro-ligneux n'ont pas de gaîne protectrice (Pl. VII, fig. 1).

Structure et développement de la cécidie

Trois phénomènes entrent en jeu dans la production de ce galloïde :

1° Élongation du bord du limbe;

2° Enroulement du segment qui a subi l'élongation;

3° Hypertrophie des tissus.

Il est difficile de séparer, pour l'étude, ces trois phénomènes les uns des autres, car ils se produisent presque simultanément; cependant l'élongation du limbe précède l'enroulement et s'accompagne d'une certaine hypertrophie.

En faisant, sur une galle adulte, des coupes transversales successives en séries, d'un bout à l'autre de l'enroulement (1), perpendiculairement à la nervure médiane de la feuille, on peut saisir le développement du galloïde, comme si l'on étudiait l'excroissance à ses

(1) Il suffit de pratiquer des coupes d'une extrémité jusqu'au centre du galloïde les deux segments étant à peu près symétriques.

différents stades. Pour avoir une idée de la cécidie complètement mûre il est nécessaire de l'étudier sur des coupes passant par son axe de figure.

Sur de telles coupes, on constate l'hypertrophie du faisceau le plus proche du bord de la feuille. Ce faisceau est destiné à servir plus tard de contact avec les faisceaux gallaires. En même temps, les tissus situés entre ce faisceau et le sclérenchyme marginal se transforment en méristème et il s'établit de la sorte une *zone génératrice subterminale* dont le cloisonnement produira le galloïde.

Les cellules qui résultent de ce cloisonnement forment d'abord un tissu homogène. Ce sont tous éléments polyédriques d'assez grandes dimensions, limités de part et d'autre par une assise superficielle qui porte de distance en distance quelques poils unicellulaires à parois épaisses.

La lame foliaire s'accroît d'abord dans le plan du limbe, sans subir d'enroulement. Cette élongation est facilement visible à la loupe et même à l'œil nu, parce que les denticules du limbe sont modifiés dans leur disposition régulière : l'un deux est remplacé par un méplat légèrement épaissi, correspondant au faisceau hypertrophié.

Au phénomène d'élongation s'ajoute bientôt l'hypertrophie et la différenciation des cellules qui modifient singulièrement l'aspect de l'excroissance. Ici commence une phase spéciale en rapport avec le sens de l'enroulement.

Il est nécessaire, en effet, pour bien comprendre le mode de développement du galloïde, d'étudier successivement les galloïdes enroulés vers le bas, puis ceux enroulés vers le haut.

Enroulement vers la face inférieure. — L'enroulement se produit le plus souvent vers la face inférieure et ne comporte qu'un seul tour de spire, le bord de la feuille revenant, après un court circuit, à son point de départ. Une coupe transversale pratiquée dans l'axe du galloïde, c'est-à-dire suivant la ligne médiane et perpendiculairement à la nervure principale de la feuille, montre que les tissus gallaires de néoformation ont perdu presque totalement les caractères des tissus foliaires. Ils sont représentés par :

1° Une assise externe (supérieure) formée par de grandes cellules isodiamétriques, nullement comparables aux petites cellules plates de l'épiderme supérieur de la feuille. Une transition brusque

s'établit entre ces tissus à la base du galloïde, au niveau d'un bourrelet qui sert d'insertion au repli marginal. A l'extrémité libre les cellules épidermiques ont des parois plus épaisses.

2° Une assise interne (tapissant l'intérieur du galloïde) à cellules plus petites, se reliant graduellement à l'épiderme inférieur de la feuille. Cette assise porte quelques poils et ne présente pas de stomates.

3° Entre ces deux assises, deux parenchymes : l'un extérieur, sous-jacent à l'assise externe, constitué par de grandes cellules à parois fines rappelant très vaguement les cellules palissadiques de la feuille ; l'autre intérieur recouvert par l'assise interne et formé par des cellules plus petites correspondant au parenchyme lacuneux.

A la limite de ces deux parenchymes circulent des faisceaux libéro-ligneux ayant une orientation normale.

A l'extrémité du galloïde, sous l'épiderme, se trouve un amas de cellules à parois épaissies qui recouvrent elles-mêmes la zone génératrice d'où résulte le galloïde. Cette zone est encore représentée, sur la cécidie adulte, par quelques rangées d'éléments à parois fines, disposés parallèlement à la surface libre (Pl. VI, fig. 1 et 2).

Enroulement vers la face supérieure. — Une coupe pratiquée de la même façon dans un galloïde à enroulement vers la face supérieure montre une structure sensiblement identique.

Toutefois, l'assise interne correspond ici à l'épiderme supérieur de la feuille avec lequel elle se relie graduellement. L'assise externe forme une transition brusque avec l'épiderme inférieur de la feuille au niveau du bourrelet basilaire. Les deux parenchymes ont la même structure : l'intérieur, à petites cellules, correspond ici au parenchyme en palissade ; l'extérieur, avec ses grandes cellules, au parenchyme lacuneux. Les faisceaux ont le bois tourné vers l'intérieur de la galle (Pl. VI, fig. 3 et 4).

⁂

Dans les deux cas, on constate donc que les tissus externes, épiderme et parenchyme, ont subi un développement supérieur à celui des tissus internes.

Chacun des éléments de l'épiderme et du parenchyme externe s'est en effet accru individuellement, aussitôt après sa naissance et il en résulte que l'excroissance marginale de la feuille s'incurve

du côté opposé, par un processus très commun dans l'organographie végétale.

Il est à remarquer que les acariens gallicoles, les auteurs de la cécidie, sont en contact avec les tissus de la face interne et que ces derniers augmentent très peu de volume comparativement aux tissus internes pendant le développement de la galle. On peut considérer le tissu de la face interne comme le tissu nutritif, celui qui apporte aux phytoptes les réserves que l'on trouve dans leur tube digestif. Les tissus externes sont des tissus protecteurs qui traduisent le travail de défense opposé par la plante à l'action du parasite.

Cavité gallaire

Il existe dans ce galloïde une véritable cavité gallaire dont les parois ne sont pas accolées l'une à l'autre. L'excroissance marginale a en effet une certaine rigidité et ses parois limitent un espace qui (en coupe transversale) paraît vaguement rectangulaire ; un fin canal met en communication cette cavité avec l'extérieur. Les acariens vivent à l'intérieur de la cavité et tout le long de ce canal.

GALLOÏDE DU *CECIDOMYIA MARGINEMTORQUENS* Winn.

Syn. : *Dasynema marginemtorquens* Winn.

(Pl. VII, fig. 3, 5, 6).

Ce curieux galloïde s'observe sur les feuilles du *Salix viminalis* L. Il est constitué par l'enroulement du bord du limbe vers la face inférieure, sur une longueur variant entre un et six centimètres. Les deux bords d'une même feuille peuvent porter des galloïdes sur toute leur longueur, ce qui modifie singulièrement l'aspect de cet organe. Sa consistance est tendre ; il présente, de distance en distance, des renflements qui correspondent chacun à une larve et qui sont colorés extérieurement en jaune, les espaces qui les séparent les uns des autres étant d'un rouge vif. Une même cécidie peut présenter jusqu'à cinq et six renflements et il arrive souvent que les galloïdes étant alignés les uns à la suite des autres les bords de la feuille prennent l'aspect de siliques de Raphanus.

On déroule facilement les feuilles attaquées, quand elles sont fraîches et l'on trouve, dans chaque renflement, une petite larve

d'un jaune orangé, allongée dans le sens de la longueur de la feuille et immobile.

Bremi (1) observa le premier cette cécidie, il en décrivit sommairement les caractères et donna à l'insecte qui la produit son nom de *marginemtorquens* sans en préciser les caractères. Ce fut Winnertz qui étudia l'insecte adulte et, c'est sous le nom de cet auteur, qu'on désigne ordinairement l'espèce.

Depuis Bremi, un grand nombre de naturalistes ont observé le galloïde du *Cecidomyia marginemtorquens* Winn. mais tous se sont contentés d'en donner une description sommaire sans essayer d'en étudier la structure ni d'en suivre le développement.

Cette cécidie est cependant intéressante à plusieurs points de vue : elle constitue le type proprement dit du galloïde, la larve gallicole étant simplement abritée par le fait de l'enroulement de la feuille.

Elle a dû être sans doute pendant longtemps confondue avec les enroulements marginaux si fréquents sur le Saule et qui correspondent peut-être à un trouble fonctionnel absolument indépendant de la présence d'un parasite. Cette confusion était d'autant plus facile que le galloïde affecte souvent la plupart des feuilles d'un même rameau et surtout les branches qui sont directement exposées à la lumière.

Le *Salix viminalis* vit, comme on le sait, dans les endroits humides, au bord des ruisseaux. Il est à remarquer que les individus

(1) Bremi : *Beitræge zu einer Monographie der Gallmucken* (*Cecidomyia* Meigen). — Separat Abdruck aus dem 8° Bande der neuen Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften, 1847 p. 27, n° 31 et pl. II, fig. 32.

Macquart : *Arbres et arbrisseaux d'Europe et leurs insectes*, 1872, p. 394.

Winnertz : *Beitrage zur eine Monographie der Gallmucken* in Linnœa entomol., 1853, t. VIII, p. 223.

Walker : *Insecta Britannica. Diptera.* Londres, 1856, t. III, p. 79.

Schiner : *Fauna austrica. Diptera* Vienne, t. II, 1864.

A. Muller : *On the habits of Cecidomyia salicina, marginemtorquens and Salicis* in Entomol. Monthl. Magazine, 1869-70, t. VI, p. 109.

Kaltenbach : *Die Pflanzenfeinde aus der Klasse der Insecten*, 1874, p. 583, n° 356.

Rudow : *Pflanzengallen Norddeutschlands*, p. 80.

Rudow : *Ubersicht der Gallenbildungen, welche an Tilia, Salix, etc. vorkommen, nebst Bemerkungen zu einigen andern Gallen in Giebel.* Zeitschr. f. d. gesammt. Naturwissenschaften neue folge, Berlin, 1875, t. XIII, p. 275, n° 33.

qui, pour une raison quelconque, sont privés de leurs conditions ordinaires d'existence, ne sont pas susceptibles de porter des galles. Sur des touffes de Saules plantés en bordure sur une seule rangée, j'ai toujours observé que les galloïdes étaient plus nombreux du côté de la rive que du côté opposé. C'est là un trait de mœurs particulier du *Cecidomyia marginemtorquens* que je n'ai trouvé signalé nulle part.

On peut dire que le galloïde du *Cecidomyia marginemtorquens* Winn. a été recueilli dans tous les pays d'Europe où pousse le *Salix viminalis L.* Il est très commun en Allemagne, en Suisse, en Italie. Je l'ai observé en Belgique et en Hollande. En France il a été trouvé par Gadeau de Kerville (1) en Normandie, par Martel (2) aux environs d'Elbeuf. J'en ai récolté de nombreux échantillons en Auvergne, en Touraine, aux environs de Montpellier, dans les Vosges et dans toute la région du Nord. J'en possède dans ma collection qui m'ont été adressés par le Professeur Laboulbène et qui ont été récoltés dans l'Anjou. Kieffer (3) le cite en Alsace-Lorraine, Hieronymus (4) en Sibérie, en Thuringe et en Belgique.

Les échantillons que j'ai étudiés proviennent tous du bois d'Emmerin, à proximité de Lille, où les *Salix viminalis* sont très abondants et se trouvent tout à fait dans leurs conditions normales d'existence. La meilleure époque pour les récolter est le milieu du mois de septembre. Les galles ont alors atteint leur complet développement; on peut les cueillir et les conserver en boîte pour attendre l'éclosion de l'insecte. La larve se transforme en effet dans la cécidie en s'entourant d'une sorte de cocon. Cependant j'ai pu constater, ainsi que l'avait déjà signalé Bremi, que certaines larves tombent de la feuille et se transforment en nymphe sur le sol. Ceci se produit quand le galloïde s'est fendillé, avant d'arriver à maturité, par suite de la mort de la feuille. Mais, d'une façon générale, il est à remarquer que le galloïde conserve pendant très longtemps sa vitalité. Les feuilles sont déjà desséchées et prêtes à tomber que l'on voit encore, au niveau des loges gallaires, sur

(1) Gadeau de Kerville : Loc. cit.

(2) Martel : Loc. cit.

(3) Kieffer : Loc. cit.

(4) Hieronymus : *Beitrage zur Kenntniss der europaischen Zoocecidien und der Verbreitung derselben* 1889.

les renflements que nous avons signalés plus haut, une coloration jaune assez intense et l'examen histologique démontre que les cellules qui constituent ces renflements contiennent encore du protoplasma. Il s'accumule en ces points une certaine quantité de matériaux nutritifs et il semble que la plante veuille lutter jusqu'au dernier moment contre l'envahissement du parasite.

Développement du Galloïde

La ponte du *Cecidomyia marginemtorquens* s'effectue au mois de mai dans les bourgeons du Saule. L'insecte dépose ses œufs entre les écailles, sans les fixer par une matière agglutinante : il ne produit à ce moment aucune piqûre. Les premiers vestiges du galloïde apparaissent une quinzaine de jours après l'épanouissement des bourgeons et coïncident avec l'éclosion des œufs. La jeune larve, aussitôt éclose, se fixe à la face inférieure des feuilles et sur les bords ; à la face inférieure, probablement à cause des poils qui garnissent la feuille de ce côté et qui lui servent de point d'attache, la face supérieure étant absolument glabre ; sur les bords, parce qu'elle trouve en cette région un abri naturel, le bord de la feuille jeune étant normalement recroquevillé vers la face inférieure.

La présence de la larve à la surface du limbe se traduit d'abord par une certaine décoloration : la feuille est décolorée à ce niveau par le fait de la disparition de la chlorophylle qui est remplacée par de l'amidon. En dehors de cela, on ne constate aucune autre modification histologique ni dans l'épiderme inférieur ni dans les parenchymes et les stomates ne présentent pas non plus de changement de structure.

Il est curieux de retrouver ici ce phénomène de décoloration qui précède tout développement de tissus nouveaux, mais en l'espèce c'est un véritable étiolement de la feuille localisé en une région qui correspond exactement au contour de la larve.

Au stade suivant, on constate l'enroulement du limbe qui ne commence pas avant que la larve ait atteint une certaine taille équivalente à peu près au tiers de sa taille définitive.

L'enroulement du limbe foliaire vers la face inférieure résulte de l'augmentation de calibre des cellules du parenchyme en palissade et de l'épiderme supérieur, par un processus analogue, en partie du moins, à celui que nous avons observé dans le galloïde du *Cecidophyes truncatus* Nal. Chaque cellule grandit pour son compte, mais ici le bord de la feuille ne subit aucune élongation. Les tissus gallaires sont formés par les tissus foliaires modifiés pendant leur développement : il n'y a à aucun moment formation d'une zone génératrice. Il en résulte que les feuilles qui portent des galloïdes paraissent plus étroites que les autres, leur propre substance contribuant à former l'enroulement marginal. Cette différence est la caractéristique essentielle de ces deux espèces de galloïdes, différence que l'étude anatomique seule pouvait révéler et qui avait par suite échappé aux naturalistes qui jusqu'ici avaient observé et décrit sommairement ces excroissances en se contentant d'étudier leur morphologie externe sur des échantillons adultes.

L'enroulement se complique d'un autre phénomène qui se produit en même temps et qui se traduit par l'irrégularité de la surface du galloïde. L'augmentation des cellules du parenchyme en palissade et des cellules épidermiques atteint, en effet, son maximum aux endroits qui sont en contact avec la larve. Or un même galloïde peut renfermer plusieurs larves alignées les unes à la suite des autres : il s'en suit qu'il se produit une série de bosselures séparées par des dépressions.

Il ne faut pas oublier non plus que la feuille grandit en même temps que la larve se développe et que le galloïde s'accroît d'une façon simultanée. Dans le développement de ce dernier il faut donc tenir compte de deux facteurs : l'*accroissement propre* des tissus foliaires et *l'accroissement local* exagéré des cellules en contact avec la larve gallicole (1).

Pour saisir les différentes phases de ce développement, j'ai suivi deux méthodes qui m'ont également donné de bons résultats. J'ai d'abord étudié le galloïde ne contenant qu'une seule larve sur des échantillons prélevés à différentes époques et j'ai pratiqué des coupes transversales dans la région médiane de ces échantillons. D'autre part, prenant des galloïdes à une seule larve arrivés à

(1) Les galloïdes du *Cecidophyes truncatus* Nal. apparaissent lorsque la feuille a déjà subi un certain accroissement.

maturité, je les ai étudiés sur des coupes sériées pratiquées d'une extrémité à l'autre. Comme le développement va en augmentant d'intensité des extrémités au centre, je retrouvais successivement les différentes phases. Seulement, dans ce dernier cas, un des facteurs est négligé, c'est celui de l'accroissement propre de la feuille. La première méthode est donc meilleure que la seconde mais elle est aussi plus longue et plus difficile. Il m'a fallu plusieurs années pour obtenir des échantillons à tous les stades.

Quand le galloïde renferme plusieurs larves, à chaque larve correspond en somme une cécidie qui se traduit à l'extérieur par un renflement. Entre les différents renflements, existe une dépression et, dans cette dépression, le limbe n'est pas modifié au point de vue histologique, mais coloré en rouge lorsque le galloïde est arrivé à maturité.

Anatomie du galloïde adulte

Les détails histologiques dans lesquels je suis entré pour étudier le développement, me permettront d'exposer sommairement la structure anatomique du galloïde complètement mûr : je me contenterai de comparer ses tissus avec ceux de la feuille normale.

L'épiderme supérieur a conservé ses mêmes caractères généraux : il est formé par des cellules de différents calibres, à paroi externe épaissie, mais beaucoup plus grandes que celles de la feuille. Les rares poils unicellulaires, cylindriques, à paroi épaisse, qui le garnissent normalement, ont ici complètement disparu.

Le parenchyme en palissade est constitué par des cellules plus grandes que celles du parenchyme normal, de forme pyramidale, la base appliquée contre l'épiderme supérieur. Ce tissu acquiert, dans la paroi du galloïde, des caractères qui le différencient totalement du parenchyme en palissade des autres points de la feuille, dont les éléments sont bourrés de chlorophylle. Les grandes cellules oxalifères du parenchyme normal n'existent pas dans le galloïde et la chlorophylle a complètement disparu.

Le parenchyme lacuneux est remplacé par deux rangées de cellules : l'une formée d'éléments allongés ayant tendance à devenir palissadiques ; l'autre constituée par des éléments aplatis.

L'épiderme inférieur en contact avec la larve est formé, comme

au niveau des autres points du limbe, par de petites cellules à parois fines. Seulement, sur le galloïde, les cellules stomatiques sont complètement rapprochées l'une de l'autre et les ostioles hermétiquement fermés ; de plus les poils sont beaucoup moins nombreux.

Les faisceaux libéro-ligneux qui circulent au niveau de l'enroulement subissent un accroissement un peu supérieur à celui que l'on observe ailleurs et les nervures font saillie un peu plus fortement à la face inférieure.

La cavité gallaire a ses parois moulées sur le corps de la larve ; elle présente un orifice virtuel, linéaire, le long du bord libre de la feuille. Les larves s'en échappent, non pas en déroulant le galloïde, mais en profitant de la mortification des tissus.

***

En résumé les deux galloïdes du Saule que nous venons d'étudier ne sont nullement comparables ni au point de vue de la structure ni au point de vue du développement.

Tandis que l'un fait saillie en dehors du limbe et résulte presque entièrement du cloisonnement d'une zone génératrice, l'autre procède des tissus foliaires sans élongation.

Contrairement à ce que nous avons constaté pour les types gallaires, c'est la *Diptérocécidie* qui est moins compliquée que l'*Acarocécidie*. Si le sens de l'enroulement est plus précis dans la première, dans la seconde la réaction de la feuille est beaucoup plus intense. Dans les deux cas, on observe au début la décoloration des tissus foliaires et l'augmentation de la réserve amylacée.

Troisième Partie

ANATOMIE ET DÉVELOPPEMENT DES PHYTOPTOCÉCIDIES FOLIAIRES DE L'AULNE ET DE L'ÉRABLE.

(Pl. VIII, IX, X, XI, XII).

Les Phytoptides, groupe d'Acariens maintenant bien connu grâce aux travaux de Nalepa et de Canestrini, produisent sur les différents organes des plantes, surtout sur les fleurs et les feuilles, des cécidies dont on trouve des descriptions sommaires dans les ouvrages de Kirchner, Thomas, Kaltenbach, Massalongo, Schlechtendal, Kieffer et Löw.

L'anatomie des phytoptocécidies florales a été étudiée tout récemment, dans tous ses détails, par M. Molliard. Quant à celle des types foliaires, on peut dire qu'elle a été jusqu'ici totalement négligée. Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait téméraire d'entreprendre un travail systématique d'ensemble traitant de toutes les phytoptocécidies foliaires. Afin d'être plus précis, j'ai préféré restreindre mes recherches et je me suis contenté d'étudier la structure et le développement des cécidies déterminées par les Phytoptides sur les feuilles de deux arbres très communs dans nos forêts, l'Aulne et l'Erable.

J'ai choisi ces deux espèces, de préférence aux autres, parce que l'on trouve réunis sur leurs feuilles les principaux types dont voici la dénomination et les caractères morphologiques généraux :

Cephaloneon : excroissance plus ou moins arrondie en forme de tête dont l'intérieur est garni de poils et s'ouvrant à la face inférieure de la feuille par un petit orifice punctiforme.

Ceratoneon : excroissance en forme de corne, également tapissée de poils à l'intérieur et s'ouvrant de la même façon.

Erineum : amas de poils à extrémité renflée.

Phyllerium : amas de poils plus allongés, cylindriques, filiformes, plus ou moins enchevêtrés les uns dans les autres.

A cette série il faudrait ajouter pour être complet le *Legnon*, enroulement marginal du limbe. Ce type seul n'est pas représenté parmi les phytoptocécidies foliaires de l'Aulne et de l'Erable. Nous en avons étudié un exemple, la cécidie du *Cécidophyes truncatus* Nal., au chapitre précédent.

Chapitre V

PHYTOPTOCÉCIDIES DE L'*ALNUS GLUTINOSA* Gærtn.

(Pl. VIII et IX).

On connaît sur l'*Alnus glutinosa* Gærtn. les Phytoptocécidies suivantes :

1° L'*Erineum alneum* Pers. qui se présente sous la forme de touffes de poils blanchâtres disséminées à la face inférieure des feuilles. L'auteur de cette galle est le *Phytoptus brevitarsus* Fockeu dont j'ai donné ailleurs les caractères.

Des productions analogues se trouvent sur *Alnus pubescens* Tausch et sur *Alnus cordifolia* Ten. L'*Alnus incana* D. C. porte un galloïde du même type désigné sous le nom *Phyllerium alnigenum* Kz. et l'*Alnus viridis* D. C., un autre appelé *Phyllerium purpureum* D. C. Ces deux *Phyllerium* se distinguent de l'*Erineum alneum* par leur localisation spéciale à la face supérieure de la feuille et leur coloration rouge.

2° Le *Cephaloneon pustulatum* Bremi, constitué par des excroissances irrégulières, généralement rouges, saillantes à la face supérieure des feuilles où elles sont ordinairement réunies en grand nombre et s'ouvrant à la face inférieure. L'auteur de cette cécidie est le *Phytoptus lævis* Nal. Une production analogue s'observe sur l'*Alnus incana* D. C. ; elle est due au *Phytoptus brevipunctatus* Nal.

3° L'*Erineum axillare* Schl., production qui se rapproche plutôt du type *Cephaloneon*, consistant en élevures bursiformes, saillantes à la face supérieure des feuillles et situées dans l'angle des nervures. J'ai donné à l'acarien producteur de cette galle le nom de *Phytoptus alni*.

Les trois cécidies déterminées par le *Phytoptus lævis* Nal., le

Phytoptus brevitarsus Fockeu et le *Phytoptus alni* Fockeu sont assez communes dans la plupart des bois de la région du nord ; la dernière est cependant plus rare que les deux autres. Elles ont été signalées en France, en d'autre points, par Gadeau de Kerville (1), et par Martel (2). Elles figurent dans la liste des Acarocécidies recueillies en Lorraine par Kieffer (3), et dans le travail de Thomas (4) sur les Acarocécidies de Suisse. Löw (5) les a trouvées en Autriche et en Norwège ; Schlechtendal (6) en Allemagne.

Elles sont intéressantes par ce fait qu'elles constituent trois types bien définis de galles insérées sur une même plante et pouvant même se trouver réunies sur une même feuille, bien que produites par des Phytoptus d'espèces différentes. Leur structure anatomique n'a jamais été décrite.

Je me propose d'étudier dans ce chapitre l'action exercée par les *Phytoptus lœvis*, *brevitarsus* et *alni* sur les feuilles de l'*Alnus glutinosa*, ainsi que la structure et le développement de leurs cécidies. Rappelons d'abord en quelques mots la morphologie externe et interne des feuilles d'*Alnus glutinosa*.

L'*Alnus glutinosa* Gærtn. porte sur ses jeunes pousses des feuilles glutineuses. Ses feuilles adultes, d'un vert foncé, pubescentes en dessous à l'aisselle des nervures, sont luisantes, ovales ou obovales, sinuées-dentées. De la nervure médiane se détachent, de chaque côté, sous un angle de 45 degrés, six à sept nervures secondaires (7) ; les nervures tertiaires, sensiblement perpendi-

(1) Henri Gadeau de Kerville : *Mélanges entomologiques 5e mémoire*, Rouen, 1885, page 366.

(2) V. Martel : *Les Cécidies des environs d'Elbeuf. Première liste de galles ou galloïdes récoltés aux environs d'Elbeuf avec diagnoses sommaires.* Extrait du Bull. de la Société d'Etude des Sciences Naturelles d'Elbeuf. 10e année, 1891, p. 12.

(3) Kieffer: Les *Acarocécidies de Lorraine.* Feuille des jeunes Naturalistes, 1892, page 102.

(4) Thomas : *Schweizerische Milbengallen*, in Zeitschr. f. d. gesammten, Naturwissenschaften. Halle, 1872, t. XXXIX, p. 459.

(5) Löw : *Beitrage zur Kenntniss der Milbengallen.* Verhandl. d. k. k. Zool. bot. Ges. Band. XXVIII, 1878, p. 131.

Löw : *Norwegische Phytopto-und Entomocecidien.* Ibid. 1888, p. 538.

(6) Von Schlechtendal : *Die Gallbidungen (Zoocecidien) der deutschen Gefasspflanzen.* Zwickau, 1891, p. 11-12.

(7) La forme et la coloration des feuilles varie beaucoup chez les espèces cultivées. Je n'ai jamais trouvé de galles sur les variétés culturales

culaires aux nervures secondaires, se résolvent enfin en une série de petites mailles irrégulières.

Dans la nervure médiane on trouve : 1° deux masses libéro-ligneuses opposées par la pointe et constituant un faisceau presque fermé ; 2° un autre faisceau ouvert en éventail avec la pointe tournée vers la face supérieure. Le faisceau inférieur circule d'un bout à l'autre de la nervure en diminuant de taille au fur et à mesure qu'il se rapproche du sommet. Le faisceau inférieur contribue à la vascularisation des nervures secondaires. Les faisceaux de la nervure médiane et des nervures secondaires sont, à leur base au moins, entourés d'une gaine protectrice.

Le tissu qui réunit les fines nervures est constitué par deux parenchymes : l'un, en palissade, formé de une ou deux rangées de cellules allongées ; l'autre, lacuneux, dont les éléments à parois fines, tous de même calibre, limitent d'assez grands espaces aérifères. Ce dernier tissu renferme des macles d'oxalate de chaux.

L'épiderme supérieur à cellules plates et à cuticule mince, est doublé intérieurement par une rangée de cellules sous-épidermiques polyédriques. L'épiderme inférieur est formé par des cellules plus petites de différents calibres.

Au niveau des nervures, les deux parenchymes sont remplacés par un tissu homogène dont tous les éléments sont isodiamétriques à parois fines. Cependant, du côté de la face inférieure, ce tissu présente entre ses cellules de fins espaces aérifères (Pl. VIII, fig. 1).

Les angles des nervures sont garnis de poils droits, pluricellulaires, à paroi externe légèrement épaissie.

***

GALLE DU *PHYTOPTUS BREVITARSUS* Fockeu.

(Pl. VIII, fig. 2, 3).

La galle produite par cet acarien correspond à l'*Erineum alneum* Persoon ; elle est précisément l'espèce qui attira la première l'attention des naturalistes et qui servit de type aux productions de ce genre. Bulliard la décrivit en 1791 dans son *Herbier de France*, la considérant comme un champignon auquel il donna le nom de

Mucor ferrugineus (1) : il en publia même une excellente figure. Dans son *Synopsis fungorum*, Persoon créa le nom d'*Erineum* pour ce prétendu champignon. Unger et Fée montrèrent ensuite que ce n'était pas un champignon mais une production anormale de poils déterminée par des acariens. J'ai étudié les caractères de cet acarien que j'ai rapporté au genre Phytoptus et que j'ai appelé *Phytoptus brevitarsus* (2).

Les touffes de poils blanchâtres constituant l'*Erineum alneum*, sont ordinairement situées, avons-nous dit, à la face inférieure des feuilles; cependant on les trouve parfois à la face supérieure. Elles sont irrégulières et ne déterminent qu'une légère décoloration du côté opposé, avec une dépression presque insignifiante du limbe. Elles peuvent atteindre un centimètre de diamètre et ne sont jamais insérées dans les angles des nervures ni sur les bords de la feuille, mais dans les espaces qui séparent les nervures secondaires. Il arrive parfois que plusieurs cécidies se réunissent par leurs bords et forment ainsi des plages plus grandes. J'ai trouvé assez communément dans la forêt de Condé, vers le mois de septembre, des feuilles d'*Alnus glutinosa* littéralement couvertes sur leurs deux faces de ces poils blanchâtres, caractéristiques de l'*Erineum alneum*. Les feuilles contaminées prennent alors un aspect des plus bizarre qui attire l'œil; elles sont absolument blanches, mais leur bord libre conserve sa coloration normale.

A la loupe, la surface des feuilles paraît moutonnée : elle donne au toucher la sensation d'un feutre épais. Cet aspect et cette consistance résultent, comme nous le verrons, de la structure anatomique des poils.

Le galloïde sèche facilement et ne tarde pas à se flétrir en herbier. La feuille desséchée étant plongée dans l'eau, les endroits couverts de poils reprennent peu à peu leur aspect normal.

Pour trouver les acariens gallicoles, il est nécessaire de racler la surface de la feuille et de dissocier les poils; jamais ces animaux ne se trouvent à l'extérieur de l'*Erineum*.

(1) Pour décrire cette espèce Bulliard a sans doute eu à sa disposition des échantillons desséchés, car le galloïde jeune est coloré en blanc et ce n'est qu'après son complet développement qu'il prend cette teinte rouge.

(2) Fockeu : *Notes sur les Acarocécidies. — Phytoptocécidies de l'Alnus glutinosa Description de deux Phytoptus nouveaux.* Revue biologique du Nord de la France, 1890.

Développement du galloïde.

Le *Phytoptus brevitarsus* hiberne et pond dans les bourgeons ; ses larves aussitôt écloses sont maintenues à la surface de la feuille par la matière agglutinante qui recouvre cet organe.

Les galloïdes n'apparaissent à la face supérieure que sur les feuilles tardives et il m'a semblé (mais je ne puis encore fournir aucune preuve certaine à ce sujet) que dans ce cas les acariens gallicoles provenaient d'une seconde génération. Alors que les galloïdes normaux, ceux insérés à la face inférieure, étaient encore en voie de développement, j'ai trouvé des bourgeons tardifs déjà contaminés et les feuilles de cette même branche présentèrent plus tard des galloïdes sur leur face supérieure seulement. Il est à remarquer, en outre, que les galloïdes de la face supérieure sont beaucoup moins développés que ceux de la face inférieure.

⁂

J'étudierai d'abord le développement d'un *Erineum alneum* normal, inséré à la face inférieure de la feuille.

Le premier phénomène consiste dans l'hypertrophie de certaines cellules épidermiques les plus voisines des stomates. Ces cellules augmentent, non pas en surface, mais en épaisseur vers l'intérieur de la feuille ; aucune saillie ne se manifeste donc au début.

Il en résulte que le tissu sous-jacent, le parenchyme lacuneux, est légèrement comprimé en certains points, ses espaces aérifères tendent à diminuer et ce tissu perd de ce fait ses caractères génériques.

Quand ce tassement est complet, quand les lacunes ont disparu, les cellules épidermiques s'hypertrophient vers l'extérieur, c'est-à-dire que leur paroi externe s'élève légèrement au-dessus du plan de la feuille. Elles forment de petits mamelons qui s'accroissent d'abord perpendiculairement à la surface du limbe ; puis arrivée à une certaine hauteur leur extrémité se renfle et se bifurque en mamelons secondaires. Ainsi sont produits finalement les poils qui caractérisent l'*Erineum alneum*. Ces poils sont tous unicellulaires

et constitués par un pédicule dont la base hypertrophiée se trouve entre les autres cellules épidermiques. Le pédicule assez grêle est long d'environ 100 μ, il supporte une partie renflée dont la forme varie à l'infini mais qui est toujours plus ou moins étalée et qui présente un certain nombre de prolongements mamelonnés entre lesquels vivent les acariens.

Ces poils unicellulaires et multilobés ont une paroi épaisse et contiennent, au début du moins, un protoplasma granuleux. Dans le cours de leur développement ils perdent en partie leur protoplasma qui s'accole à leur base contre la paroi, tout le reste de la cellule étant gorgé d'air. C'est ce qui donne à l'*Erineum* sa coloration blanchâtre si spéciale.

L'action du parasite se manifeste donc par une hypertrophie des cellules avec lesquelles il se trouve en contact ; ou plutôt la plante, pour réagir contre la présence du *Phytoptus*, augmente certaines de ses cellules qui sont destinées à limiter l'envahissement de l'animal, à l'englober et à lui donner une sorte d'abri. On peut considérer en effet comme une véritable cavité gallaire les espaces laissés libres entre les poils. Les Phytoptes peuvent circuler facilement dans cette chambre, dont la voûte formée par l'extrémité des poils et soutenue par leurs pédicules est assez haute au centre et se rapproche graduellement du limbe vers la périphérie à cause même du développement du galloïde.

L'accroissement de l'*Erineum* se produit en effet vers la périphérie et l'on peut, sur une coupe transversale pratiquée suivant sa plus grande largeur, étudier les différentes phases du développement des poils aussi bien que si l'on prenait des galloïdes à différents stades.

Au fur et à mesure que l'*Erineum* s'étale, il meurt au centre et ce phénomène se manifeste par le ratatinement des poils qui se colorent en brun fauve.

Au niveau de l'*Erineum* il n'existe aucune hypertrophie des parenchymes foliaires qui présentent toutefois moins de chlorophylle et plus d'amidon. La quantité d'oxalate de chaux n'est guère diminuée ; ce sel y est cristallisé en macles comme dans le parenchyme normal. Le tassement des cellules du parenchyme lacuneux modifie un peu l'aspect de ce tissu qui paraît seulement plus compact. Il compense l'hypertrophie de la base des cellules

pilifères et contribue à entraîner légèrement les tissus supérieurs vers la face inférieure. C'est ce qui explique l'empreinte en creux que laisse l'*Erineum* à la face supérieure de la feuille.

***

Les mêmes phénomènes se produisent quand l'*Erineum alneum* apparaît à la face supérieure de la feuille.

Dans ce cas, les différentes taches érinéennes sont ordinairement plus petites, mais elles peuvent aussi se réunir en grand nombre les unes à côté des autres et former ainsi de larges plages. Leur localisation est cependant plus variable, on les trouve sur tous les points du limbe, même dans les angles des nervures et sur les bords de la feuille.

Ici encore les cellules épidermiques s'hypertrophient et se prolongent en poils, mais la base du poil est complètement aplatie et, en aucun cas, la cellule qui contribue à former le poil n'augmente vers l'intérieur. Ceci résulte du plan résistant formé par le tissu sous-épidermique et le parenchyme en palissade qui ne sont pas susceptibles de se laisser déprimer comme le parenchyme lacuneux.

L'*Erineum alneum*, localisé à la face supérieure, n'entraîne pas la décoloration de la face opposée ni le tassement du parenchyme lacuneux. Les poils résultant de l'hypertrophie des cellules de l'épiderme supérieur ressemblent beaucoup comme forme à ceux de l'*Erineum* inférieur; toutefois leurs prolongements étant un peu moins nombreux, la voûte constituée par leur enchevêtrement est moins complète. Ils se flétrissent plus vite et l'on y trouve même après la mort de l'*Erineum* des acariens qui n'ont pas encore atteint leur complet développement.

***

Lorsque l'*Erineum* occupe en un même point les deux faces de la feuille, les poils sont beaucoup moins développés de part et d'autre et plus clairsemés.

GALLE DU *PHYTOPTUS ALNI* Fockeu

(Pl. VIII, fig. 4, 5, 6, 7, 8).

Connue autrefois sous le nom d'*Erineum axillare* Schlecht., cette acarocécidie se présente sous la forme d'excroissances saillantes à la

face supérieure des feuilles et localisées dans les angles que font les nervures secondaires avec la nervure médiane, alternativement à gauche et à droite de celle-ci. Aux points correspondants de la face inférieure, on remarque une touffe de poils blanchâtres ou d'un jaune brun-clair. Ces galles peuvent atteindre trois ou quatre millimètres de longueur sur deux à trois de largeur et deux millimètres de profondeur. On peut difficilement les confondre avec les *Cephaloneon pustulatum* Bremi, qui leur sont fréquemment associés, à cause de leur localisation spéciale et de la régularité de leur forme.

Vallot (1) paraît avoir connu cette acarocécidie, qu'il appelle *Erineum lanugo*. Thomas (2) reconnut d'une façon précise l'auteur de cet *Erineum* qu'il rangea, sans le décrire, dans le groupe des *Phytoptus*. L'*Erineum axillare* est mentionné ensuite dans les travaux de Fr. Löw (3). D'après cet auteur les excroissanecs localisées dans les angles des nervures des feuilles de l'Aulne seraient produites par un *Phytoptus* long de 1/5 de millim., de couleur jaune pâle (*honig farbige*), cylindrique. Puis la Phytoptocécidie est citée par Von Schlechtendal (4), Wilms et Westhoff (5), Westhoff (6).

Mais tous ces naturalistes se sont contentés de donner une

(1) Vallot : Mémoires de l'Académie des sciences, arts et belles lettres de Dijon. 1832, partie des sciences, p. 11.

(2) Thomas : *Ueber Phytoptus* Duj. *und eine grossere Anzahl neuer oder wening gekannter Missbildungen welche diese Milbe an Pflanzen hervorbringt* in Programme d. Realschule u. d. Proygymnasium zu Ohrdruf, Gotha, 1869, p. 1, et in Zeitschr. f. d. gesammten. Naturwissenschaften Halle, t. XXXIII, p. 314.

(3) Fr. Low : *Beitrage zur Naturgeschichte der Gallmilben* (*Phytoptus* Duj.) Verhandl. der k. k. Zoologische botanische Gesellschaft Band, XXIV, 1874.

F. Löw : *Nachträge zu meiner Arbeiten ueber Milbengallen in* Verhandl. d. Zoolog. botanische Gesellschaft in Wienn. An. 1875, t. XXV, p. 631.

(4) Von Schechtendal : *Kleine Beitraege zur Kentniss der Verbreitung der Milbengallen* (*Phytoptocecidien*) *in Sachsen* in Funfter Jahresbericht des Annaberg Buchholzer Vereins für Naturkunde. Annaberg i. Erzgeb., 1880, p. 61.

Von Schlechtendal : *Uebersicht der bis zur Zeit bekannten mitteleuropaischen Phytoptocecidien und ihrer Litteratur* in Zeitschr. für Naturwissenschaften, Halle, 1882. t. LV, p. 512.

(5) Wilms und Westhoff : *Verzeichn. d. bislang in der Provinz Westfalen beobachteten Gallgebilde* in Elfter Jahresbericht d. westfalisch Provinzial-Vereins f. Wissenschaft. u. Kunst pro 1882, Munster, 1883, p. 37, n° 17.

(6) Westhoff : *Westfalische Phytoptocecidien Ein Beitrage zur Kenntniss d. geographisch. Verbreitung der Gallmilben* (*Phytoptus* Duj.) *und ihrer Gallebilde* in Zwolfter Jahresbericht d. westfalisch. Provinzial.—Vereins f. Wissenschaft. u. Kunst pro 1883, Munster, 1884, p. 49, n° 11.

courte diagnose de la galle sans préciser les caractères du *Phytoptus* qui en est l'auteur. En 1890 (1) j'ai étudié le *Phytoptus* de l'*Erineum axillare* SCHLECHT. et je lui ai donné le nom de *Phytoptus Nalepai* FOCKEU. Cette dénomination ayant été appliquée presque en même temps à une autre espèce je l'ai changée en celle de *Phytoptus alni*. Dans le même opuscule j'ai décrit très sommairement les caractères anatomiques de cette galle.

J'ai pu depuis suivre pas à pas le développement de l'*Erineum axillare* et en faire une étude plus complète.

***

DÉVELOPPEMENT ET STRUCTURE

Les poils qui garnissent normalement les angles des nervures de la feuille de l'*Alnus glutinosa* fournissent un abri naturel aux jeunes larves de *Phytoptus alni* dont les parents ont hiberné dans le bourgeon. Ces poils brunâtres, pluricellulaires, à paroi fine, à pointe mousse, sont disposés parallèlement les uns aux autres et perpendiculairement à la nervure médiane d'un côté et à la nervure secondaire de l'autre. Ils forment ainsi par leur entrecroisement une sorte de voûte incomplète et vont en diminuant de longueur à mesure qu'on s'éloigne du sommet de l'angle ; les plus petits sont unicellulaires à peine saillants au-dessus de l'épiderme.

La présence des acariens gallicoles se traduit d'abord par des modifications dans la structure et dans la disposition des poils normaux de la feuille. Les modifications anatomiques sont de deux ordres : 1° cloisonnement interne ; 2° épaississement de la paroi externe.

Le protoplasma des cellules pileuses est surtout localisé à leur base, ce qui permet leur cloisonnement en ce point.

Les acariens ayant tous la tête dirigée vers les nervures, principale ou secondaire, qui forment les côtés de l'angle, il est probable que leurs pièces buccales, agissant par succion, provoquent un appel de sève qui active le cloisonnement. Les nouvelles cloisons sont toutes obliques par rapport à la paroi externe et beaucoup

(1) H. Fockeu : *Notes sur les Acarocécidies. II. Phytoptocécidies de l'Alnus glutinosa. Description de deux Phytoptus nouveaux.* Revue biologique du Nord de la France, n° 3, Décembre 1890.

plus minces que celle-ci. Ce mode de cloisonnement rappelle celui que l'on observe dans les poils radicaux des Mousses. La cutinisation se produit ensuite uniformément sur la paroi des poils et contribue à leur donner une certaine rigidité qui s'observe surtout sur les plus externes d'entre eux, ceux qui protégeront plus tard l'orifice d'entrée de la galle.

Malgré cette augmentation d'épaisseur de leur paroi et à cause sans doute du cloisonnement spécial qui s'opère à leur base, les poils perdent leur direction régulière : ils sont comme tordus sur leur axe et enchevêtrés les uns dans les autres. Ce caractère permet de trouver assez facilement, dès le début, les feuilles contaminées : celles qui présentent dans les angles de leurs nervures des poils frisottés, irréguliers, portent certainement en ces points de jeunes larves de *Phytoptus alni* et l'on peut constater alors que, le plus souvent, tous les angles d'une même feuille sont atteints.

Sur de telles feuilles, la présence de l'*Erineum* se manifeste également par une décoloration bien limitée à la région angulaire. Une coupe transversale pratiquée à ce stade ne montre aucune hypertrophie, aucune modification histologique dans les parenchymes foliaires, sauf la disparition presque complète des corps chlorophylliens qui sont remplacés par des grains d'amidon.

Aux poils normaux hypertrophiés s'en ajoutent bientôt d'autres de néoformation qui sont plus courts, unicellulaires, plus larges et plus trapus. Pour cela certaines cellules épidermiques de la lame foliaire s'élèvent progressivement au-dessus du plan de la feuille. Il en résulte que les *Phytoptus* se trouvent alors entre deux assises de poils dont les origines sont différentes mais dont l'apparition ou les modifications proviennent de l'action directe de l'animal gallicole sur la plante. En effet, de même que les poils normaux ont été transformés par lui, de même les poils nouveaux résultent de sa présence à la surface de la feuille. Car au moment où ils apparaissent, le *Phytoptus* a changé de place à l'intérieur de l'*Erineum* naissant. Auparavant il était fixé contre les nervures, maintenant il a la tête dirigée vers la face inférieure de la feuille et, dès ce moment, la réaction des tissus se produit de ce côté, se traduisant non seulement par la production de poils mais par une saillie de la surface.

La production du galloïde résulte d'une sorte d'invagination des

tissus foliaires, invagination qui présente des caractères absolument spéciaux. En effet, les cellules de l'épiderme supérieur et celles du parenchyme en palissade se recloisonnent et constituent un véritable *méristème diffus*; il n'y a, à aucun moment, formation d'une zone génératrice proprement dite, précise et nettement localisée. De plus, les cellules de l'épiderme inférieur et celles du parenchyme lacuneux grandissent chacune pour leur compte et suivent ainsi l'augmentation en surface des tissus supérieurs.

Afin de comprendre le développement du galloïde pendant ce stade d'invagination, il est nécessaire de pratiquer non seulement des coupes transversales perpendiculaires soit à la nervure médiane soit à la nervure secondaire, mais aussi des coupes suivant la bissectrice de l'angle des nervures. On constate ainsi que l'augmentation des tissus s'effectue surtout dans le plan de la bissectrice, qu'elle a son maximum d'intensité à la périphérie et devient presque nulle au point de jonction des nervures; il en résulte que la galle adulte a la forme d'un nid de pigeon.

Par suite de ce processus, les feuilles qui portent des galles dans toutes leurs régions angulaires et chez lesquelles ces excroissances sont très développées, ont tendance à s'incurver vers la face inférieure en même temps que leurs bords se rapprochent l'un de l'autre ce qui leur donne l'aspect d'une cuillère. L'incurvation est en somme le seul dommage que les acariens semblent causer à la feuille qui acquiert néanmoins son complet développement et n'est étiolée qu'aux points où siègent les galles.

La galle est largement ouverte au début, l'entrée de la cavité gallaire correspondant à l'écartement des nervures. Plus tard, pendant le développement de l'invagination, l'ouverture est légèrement rétrécie par le fait de l'hypertrophie des nervures qui encadrent l'orifice, hypertrophie résultant de l'augmentation individuelle des cellules parenchymateuses qui entourent les faisceaux libéro-ligneux.

En pratiquant une série de coupes transversales de la région angulaire avant et après l'insertion d'une nervure secondaire sur une feuille portant des galles et en comparant ces coupes à des coupes analogues faites dans une même région sur une feuille normale, sensiblement de même taille, on peut voir que rien n'est changé dans le mode de sortie des faisceaux de différents ordres,

sauf pour la première nervure tertiaire qui réunit la nervure secondaire à la nervure principale.

Cette nervure tertiaire a ses points d'origine et de terminaison dans la région hypertrophiée : elle emprunte à la masse libéroligneuse inférieure de la nervure médiane une plus grande quantité d'éléments ligneux et libériens et la réparation s'effectue à un niveau supérieur. Cette nervure a, de ce fait, une plus grande importance en traversant les tissus de la galle. Les autres petits rameaux qui y circulent ne sont nullement modifiés.

En résumé, la galle du *Phytoptus alni*, pour arriver à son complet développement, passe par les différents stades suivants :

1° Cloisonnement et cutinisation des poils normaux qui garnissent l'angle des nervures habité par les larves. — 2° Apparition de poils nouveaux en cette région sur la face inférieure de la feuille. — 3° Invagination de la lame foliaire vers la face supérieure. — 4° Légère hypertrophie de la nervure tertiaire qui traverse la galle.



La galle adulte, étudiée sur des coupes transversales perpendiculaires à la nervure tertiaire hypertrophiée et par le fait bissectrices de l'angle des nervures principales, présente la structure suivante comparativement à la structure normale de la feuille.

1° L'épiderme supérieur dont les cellules à cuticule fine sont plus allongées que les cellules normales, plus épaisses et dépourvues de poils ;

2° Le tissu sous-épidermique se différenciant du tissu précédent par la taille de ses cellules qui ont augmenté dans les mêmes proportions et suivant la même direction.

3° Le parenchyme en palissade, dont l'aspect est assez variable suivant les points de la feuille que l'on étudie, est ici formé par deux rangées de cellules régulièrement disposées.

5° Le parenchyme lacuneux, formé par des cellules polyédriques à angles mousses, plus grandes que les cellules normales et dont les lacunes aérifères ont diminué de grandeur.

6° L'épiderme inférieur est formé par des cellules isodiamétriques. Les stomates serrés entre les cellules épidermiques ont

l'ostiole complètement fermé, les cellules bordantes participant au travail d'hypertrophie. De plus, certains éléments sont prolongés, les uns en poils pluricellulaires (poils normaux), à paroi mince, à pointe mousse, les autres à base légèrement renflée, monocellulaires (poils de néoformation). Les faisceaux libéro-ligneux ont une orientation normale, seul le faisceau de la nervure tertiaire intéressée dans la cécidie est légèrement hypertrophié.

En somme, les tissus de la galle adulte ne diffèrent de ceux de la feuille normale que par leur plus grande taille, cette augmentation étant plus importante dans les tissus de la face inférieure que dans ceux de la face supérieure.

Ici encore le travail de réaction de la feuille parasitée s'effectue même à distance de l'animal gallicole et contribue à entourer les *Phytoptus,* à les protéger, ou plutôt à limiter leur action. Les poils que la feuille produit à sa face inférieure semblent également jouer un rôle de protection et d'éloignement.

GALLE DU *PHYTOPTUS LŒVIS* Nal.

(Pl. IX).

La galle du *Phytoptus lœvis* Nalepa, qui correspond au *Cephaloneon pustulatum* Bremi, constitue le type du *Cephaloneon,* c'est-à-dire de l'acarocécidie renflée en tête. Elle fait saillie sous la forme d'un mamelon, généralement rouge, à la face supérieure des feuilles de l'*Alnus glutinosa* et s'ouvre à la face inférieure par un petit orifice placé au centre d'une légère éminence circulaire.

Ces galles sont ordinairement disséminées en grand nombre à la surface des feuilles. Elles apparaissent au printemps, aussitôt l'épanouissement des bourgeons, en un point quelconque du limbe mais jamais dans les angles des nervures principales. Le plus souvent elles sont en rapport avec les nervures tertiaires.

Développement de la galle

La présence du *Phytoptus lœvis* Nal. à la surface de la feuille se traduit d'abord localement par l'apparition d'une touffe de poils circulaire, très étroite, ayant à peine 1/2 millimètre de diamètre. Déjà à ce stade la cécidie présente des caractères spécifiques qui

ne permettent pas de la confondre avec l'*Erineum alneum*. Dans ce dernier, en effet, la touffe de poils s'étale dès le début sur un espace de 1/2 centimètre carré. Une coupe transversale de la feuille pratiquée à ce niveau montre de plus que les poils composants sont tous unicellulaires, cylindriques, courts, trapus, à pointe mousse, à base non renflée, à paroi mince et tous à peu près de même taille à la périphérie comme au centre. Ces poils résultent de l'élongation des cellules épidermiques inférieures qui toutes, sauf les cellules bordantes des stomates, participent à ce processus.

A ce stade la galle représente un véritable *Erineum* type sans élevure de la surface. Les parenchymes en palissade et lacuneux ne sont encore nullement modifiés ; c'est à peine si la chlorophylle a diminué à l'intérieur des tissus, en tous cas la lésion ne se traduit pas encore par la décoloration de la surface du limbe. Les Acariens non encore sexués qui habitent au milieu de cette touffe de poils, ont tous leur extrémité antérieure tournée vers la base des poils. Une goutte d'eau déposée à la surface de l'*Erineum* ne suffit pas pour les entraîner. Il faut, si l'on veut les observer isolément, racler la surface du limbe et arracher en même temps les poils qui leur servent d'abri, ce qui semble indiquer qu'ils sont déjà, légèrement au moins, fixés à la surface de la feuille.

A la périphérie de cette touffe de poils apparaît un léger bourrelet circulaire qui tend à s'élever à la surface de la feuille et qui résulte du cloisonnement des cellules de l'épiderme inférieur et des éléments les plus superficiels du parenchyme lacuneux (ces tissus constituant ainsi une véritable zone génératrice). Son bord libre est irrégulier, festonné et ne tarde pas à recouvrir presque complètement l'*Erineum* primitif, ne laissant en son centre qu'un très petit orifice dans lequel on peut à peine introduire la pointe d'une fine aiguille.

A ce stade l'*Erineum* primitif manifeste sa présence à la face supérieure de la feuille par une décoloration très intense qui va même jusqu'à l'étiolement, par suite de la disparition complète des grains de chlorophylle à l'intérieur des cellules du parenchyme en palissade. Le parasite fait donc sentir son action à travers tous les tissus de la feuille. Toutefois la quantité d'oxalate de chaux n'est pas diminuée.

Puis apparaît une légère éminence conique à la face supérieure

de la feuille, éminence qui résulte encore de la zone génératrice dont le cloisonnement s'effectue maintenant de ce côté. Ce processus anatomique n'est pas nouveau pour nous. Nous avons déjà signalé un changement de direction dans le cloisonnement de la zone génératrice basilaire, lorsque nous avons étudié les galles du Hêtre et celles du Saule.

Du côté de la face supérieure, le cloisonnement de la zone génératrice est beaucoup plus rapide. Il fournit des cellules disposées en colonnes régulières, parallèles les unes aux autres et qui se différencient seulement pour donner naissance à des faisceaux libéro-ligneux, lesquels se réunissent avec les faisceaux de la feuille. Les faisceaux gallaires ont au début une direction rectiligne et circulent parallèlement les uns aux autres. Le parenchyme qui les contient est limité par deux assises déjà différentes l'une de l'autre : l'externe à petites cellules régulières, à parois légèrement épaissies, l'interne à grandes cellules minces toutes prolongées en poils cylindriques à pointe mousse.

La cécidie augmente en même temps que son extrémité s'aplatit : elle prend de ce fait l'aspect d'un dôme dont la partie terminale ne tarde pas à se dilater et la galle acquiert dès lors son aspect définitif de *Cephanoleon.* On peut dès ce stade y distinguer 3 régions : la région inférieure la moins apparente, un pédicule court qui se détache de la face supérieure de la feuille et qui porte à son extrémité une masse globuleuse constituant la galle proprement dite.

Au fur et à mesure du cloisonnement de la zone génératrice, un changement s'opère dans les tissus nouvellement apparus. Les faisceaux libéro-ligneux, qui circulaient au début parallèlement les uns aux autres constituant la vascularisation du pédicule, se ramifient et s'anastomosent d'une façon irrégulière dans la partie globuleuse. L'épiderme et le parenchyme conservent leurs caractères primitifs.

La région inférieure ne subit plus qu'un léger accroissement qui a pour résultat de clore presque hermétiquement l'orifice primitif. Le pédicule n'augmente pas non plus ni en longueur ni en épaisseur : seule la partie terminale *céphalonéiforme* se dilate beaucoup. Ce phénomène résulte du cloisonnement de la zone génératrice qui fonctionne jusqu'au complet développement de la galle et qui se trouve alors constituer toute la masse basilaire de la cécidie.

Un second phénomène, indépendant de l'augmentation en volume et qui se passe à l'intérieur des tissus gallaires, mérite de fixer notre attention.

Nous avons vu qu'au début les parois de la galle étaient constituées par un tissu homogène, d'origine méristématique, à cloisonnement régulier. L'épaisseur des parois était alors égale à celle du limbe. Dans le cours du développement, une différenciation s'établit dans ce tissu homogène : les cellules de la couche interne augmentent beaucoup de volume, tandis que celles de la couche externe conservent leurs dimensions primitives. Il en résulte que l'épaisseur de la paroi est considérablement accrue. De plus les poils qui garnissent l'assise interne s'allongent dans les mêmes proportions et finissent par avoir une longueur presque égale au diamètre de la cavité gallaire.

En résumé, la galle du *Phytoptus lœvis* Nal. passe par les phases suivantes pour arriver à son complet développement : 1° phase érinéenne ; 2° formation d'un anneau méristématique basilaire ; 3° excroissance conique à la face supérieure de la feuille ; 4° formation d'un pédicule ; 5° phase *cephaloneon.*

Structure de la galle adulte

La galle adulte doit être étudiée : 1° Sur des coupes transversales perpendiculaires au plan de la feuille et passant par l'orifice inférieur ; 2° Sur des coupes tangentielles au plan de la feuille.

Nous examinerons successivement la structure de la région inférieure, du pédicule et de la région supérieure.

1° *Région inférieure* (fig. 2).

La région inférieure a la forme d'un entonnoir à bords festonnés faisant une légère saillie au-dessus de la surface du limbe. L'assise qui la recouvre est constituée par des éléments à parois minces, à cloisonnement régulier, qui se relient d'un côté insensiblement avec l'épiderme inférieur de la feuille et de l'autre, par l'intermédiaire des cellules épidermiques du pédicule, avec l'assise interne de la galle.

Sous ces cellules se trouve un parenchyme homogène, dont les éléments, à cloisonnement irrégulier, à parois fines, ont des contours sinueux.

Le parenchyme de la région inférieure se rattache au parenchyme lacuneux de la feuille; il ne contient pas de faisceaux libéro-ligneux.

La région inférieure limite l'entrée de la cavité gallaire, orifice tout-à-fait virtuel car ses parois sont tellement rapprochées qu'on ne peut même pas y introduire une fine soie.

2° *Région du pédicule* (fig. 3).

Cette région est excessivement courte, elle a à peine un demi-millimètre de hauteur; elle est néanmoins très intéressante, surtout au point de vue du développement de la galle dont elle constitue pour ainsi dire le *substratum*. C'est là que l'on retrouve en effet, sur la galle adulte, les derniers vestiges de la zone génératrice qui lui a donné naissance et dont l'activité est tout-à-fait épuisée. C'est aussi dans le pédicule que s'établissent les contacts entre les faisceaux foliaires et les faisceaux de néoformation de la galle.

La structure du pédicule rappelle son origine. Il est formé par des cellules aplaties, disposées en colonnes régulières, perpendiculaires à la surface du limbe et parallèles les unes aux autres, constituant ainsi un tissu homogène limité vers l'extérieur par de petites cellules étroites à paroi externe légèrement épaissie, sans poils, et vers l'extérieur par des cellules plus grandes à paroi fine à surface bombée irrégulière s'engrenant pour ainsi dire les unes dans les autres et ne laissant au centre aucun espace libre. Jamais on ne trouve de *Phytoptus* dans ce canal ; ils pourraient du reste difficilement se loger dans les interstices des cellules.

Les faisceaux libéro-ligneux circulent dans le pédicule, parallèlement les uns aux autres, le bois tourné vers l'extérieur. Ils ont la valeur morphologique du faisceau d'une nervure tertiaire. Ils sont au nombre de huit à dix, tous à peu près de même taille et formés de vaisseaux spiralés annelés et ponctués d'une part et de cellules libériennes d'autre part. Indépendants à la base ils ne contractent entre eux que de rares anastomoses vers le haut; ils se réunissent vers le bas aux faisceaux foliaires qui présentent au point de jonction une légère hypertrophie.

3° *Région supérieure* (fig. 4).

La partie supérieure, ou galle proprement dite, est de forme globuleuse à surface irrégulière et mamelonnée ; elle est insérée soit obliquement soit plutôt perpendiculairement sur le pédicule. Sa paroi peut atteindre une épaisseur double de celle du limbe. A sa partie terminale, il existe toujours une sorte de petit mucron très effacé souvent coloré en rouge brun qui représente le sommet du cône de la galle jeune. C'est là que l'on retrouve les tissus les plus anciennement formés et n'ayant subi, depuis leur naissance, presque aucune différenciation.

On peut distinguer, dans le parenchyme qui constitue la paroi, deux zones. La *zone externe* comprend deux couches de tissus : l'une, sous-jacente à l'épiderme, est représentée par de petites cellules à paroi légèrement épaisse, l'autre par des cellules un peu plus grandes mais à angles mousses. Ce tissu contient quelques macles d'oxalate de chaux. La *zone interne* est formée par de grandes cellules polyédriques à cloisonnement régulier, à angles mousses. La séparation des deux zones externe et interne du parenchyme peut facilement s'établir en prenant comme limite la ligne des faisceaux.

Au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la pointe pour se rapprocher de la base la distinction disparaît. L'ensemble du tissu est alors constitué par des éléments allongés dans le sens du méridien de la galle et disposés en séries parallèles et concentriques à la paroi externe. Ce même caractère se retrouve dans le parenchyme interne qui ne se distingue plus alors du précédent que par les dimensions plus grandes de ses cellules. A la base enfin les deux tissus sont totalement confondus et la paroi de la galle est constituée par un parenchyme à cloisonnement régulier se reliant ainsi aux tissus du pédicule.

Les faisceaux libéro-ligneux circulent dans les parois de la galle d'une façon irrégulière, contractant entre eux des anastomoses qui constituent un réseau à mailles beaucoup plus larges que celles de la feuille normale. Les troncs vasculaires assez épais à la base ne sont plus représentés, dans les dernières ramifications, que par quelques vaisseaux spiralés annelés et ponctués et le liber par un petit nombre de cellules.

L'assise externe est constituée par des cellules à paroi légèrement épaissie, dont quelques-unes sont prolongées en poils unicellulaires, courts, à base renflée, à paroi très épaisse et à pointe fine.

L'assise interne, au contraire, est représentée par de grandes cellules à parois fines qui sont prolongées en longs poils flexueux, cylindriques, à paroi mince et à pointe mousse.

La cavité gallaire

La cavité limitée par les parois dont nous venons d'étudier la structure est large, très spacieuse, complètement remplie par les poils internes qui s'entrecroisent et constituent une bourre épaisse au milieu de laquelle on trouve les *Phytoptus lœvis* Nal. absolument libres lorsque la galle est arrivée à maturité.



En résumé l'étude des trois phytoptocécidies de l'*Alnus glutinosa* nous a fourni les résultats suivants.

Les trois galles présentent, dans le début de leur développement, des caractères communs qui sont l'hypertrophie des cellules épidermiques en contact immédiat avec les *Phytoptus*, la décoloration des tissus foliaires et l'augmentation de la réserve amylacée.

L'*Erineum alneum* ne subit pas d'autres modifications pour arriver à son état définitif.

Ces phénomènes se compliquent, dans l'*Erineum axillare*, d'une voussure de la feuille déterminée par le cloisonnement et l'accroissement individuel des cellules de la feuille, tandis que, dans le cas du *Cephaloneon pustulatum*, la formation de la galle est entièrement due à l'intervention d'une véritable zone génératrice.

Le développement de ces cécidies présente donc une gradation bien marquée. Nous en avons exposé l'étude en suivant le degré de complication.

Chapitre VI

PHYTOPTOCÉCIDIES DE L'ÉRABLE

ACER CAMPESTRE L. — *ACER PLATANOÏDES* L. *ACER PSEUDOPLATANUS* L. — *ACER MONSPESSULANUM* L. ET *ACER OPULIFOLIUM* Vill.

(Pl. X, XI, XII).

Les feuilles d'Erable sont susceptibles de porter un certain nombre de Phytoptocécidies dont les habitants sont bien connus mais qui n'ont pas encore été étudiées au point de vue botanique. Ce sont :

1° Les *Ceratoneon myriadeum* Br. : excroissances de forme arrondie, de la grosseur d'une tête d'épingle, réunies en grand nombre à la face supérieure des feuilles de l'Érable champêtre (*Acer campestre* L. (1).

2° Le *Cephaloneon solitarium* Br., excroissance plus grande que les précédentes, de couleur rouge, de forme subsphérique, siégeant à l'aisselle des nervures de l'Erable champêtre.

Ces deux galles attirent facilement l'attention ; elles ont beaucoup de ressemblance si l'on ne considère que leurs caractères extérieurs. Au point de vue de leur dissémination toutefois elles sont absolument différentes. Tandis que l'une s'observe toujours en grand nombre à la surface d'une même feuille (d'où son nom de *myriadeum*) l'autre est la plupart du temps isolée (d'oú l'épithète *solitarium*). Je possède, dans ma collection, des feuilles d'*Acer campestre L.*, littéralement couvertes de l'espèce *myriadeum*, à tel point que l'aspect extérieur du limbe en est complètement modifié. J'en

(1) On trouve également cette production à la surface des feuilles de l'*Acer monspessulanum* L. et de l'*Acer opulifolium* Will.

ai d'autres, provenant du même arbre, qui portent une seule galle de l'espèce *solitarium*.

Par contre, elles sont insérées toutes deux à la face supérieure des feuilles ; elles acquièrent à maturité la même coloration rouge vif et s'ouvrent également à la face inférieure par un petit orifice dissimulé sous une touffe de poils. Il est vrai que l'une est petite, corniculée, tandis que l'autre est plus grosse, d'aspect sphérique. A première vue cependant on pourrait les considérer comme les stades différents d'une même production, le *Cephaloneon myriadeum* étant le début du *Cephaloneon solitarium*, d'autant plus que ces deux galles peuvent se trouver réunies sur une même feuille. Mais l'étude anatomique de la cécidie et de son habitant permet de réfuter cette assertion.

Dans l'une (*Cephaloneon myriadeum* Br.) vit le *Phytoptus macrorhynchus* Nal. qui produit une galle analogue *(Ceratoneon vulgare)* sur les feuilles de l'*Acer pseudoplatanus* L. L'autre, le *Cephaloneon solitarium*, est déterminé par le *Phytoptus macrochelus* Nal.

3° L'*Erineum platonideum* Fr., cécidie très abondante à la face inférieure des feuilles de l'*Acer platanoïdes* L., se présente sous la forme d'un amas de poils ayant son origine à l'aisselle d'une nervure et s'étendant de là sur le limbe qu'il recouvre parfois en entier. Il est déterminé par le *Phytoptus macrochelus* Nal.

4° L'*Erineum purpurascens* Gærtn., production du même genre déterminée à la face inférieure des feuilles de l'*Acer campestre* L. par le *Phytoptus macrochelus* Nal.

5° Une agglomération de poils semblables aux poils normaux située le long des nervures ou éparse sur le limbe et déterminée par le *Phytocoptes gymnaspis* Nal. à la face inférieure des feuilles de l'Erable champêtre.

Contrairement aux deux précédents ,ces trois derniers *Phytoptus* ne provoquent pas d'excroissance à la face supérieure de la feuille.

Un fait intéressant à noter c'est que le même Phytoptus, le *Phytoptus macrochelus* Nal. est susceptible de produire trois cécidies appartenant à deux types bien distincts l'*Erineum* et le *Cephaloneon*.

En effet, le *Cephaloneon solitarium* d'une part et les *Erineum purpurascens* Gærtn. et E. *platonideum* d'autre part seraient habités, d'après Nalepa, par cet acarien.

La même chose s'observe pour le *Phytoptus macrorhynchus* Nal.

qui est l'auteur du *Ceratoneon vulgare* et du *Cephaloneon myriadeum*.

Ajoutons enfin que Kieffer a trouvé dans l'*Erineum purpurascens*, en même temps que le *Phytoptus macrochelus* Nal., le *Phytocoptes gymnaspis* Nal. et le *Phyllocoptes aceris* Nal., qu'il a signalé également dans l'*Erineum platonideum*. Quelle est dans le cas l'espèce réellement gallicole ? Quel est le parasite ou plutôt le commensal ?

Il existe encore bien des points obscurs dans l'étude zoologique de ces acarocécidies : je n'essaierai pas de les éclaircir, laissant ce soin aux zoologistes. Seulement, comme je n'envisage les galles qu'au point de vue botanique, je conserverai les appellations premières de *Ceratoneon*, *Erineum*, *Cephaloneon* qui correspondent au moins à des productions bien définies que tout le monde connaît et j'étudierai, dans ce chapitre, les acarocécidies qui figurent au tableau suivant :

NOM VULGAIRE	AUTEUR	HABITAT
Ceratoneon vulgare	*Phytoptus macrorhynchus*	*Acer platanoïdes.*
Cephaloneon myriadeum	» »	*Acer campestre.*
Cephaloneon solitarium	*Phytoptus macrochelus*	*Acer campestre.*
Erineum purpurascens	» »	*Acer campestre.*
Erineum platonideum	» »	*Acer platanoïdes* et *pseudoplatanus.*
Erineum................	*Phytocoptes gymnaspis*	*Acer platanoïdes.*

D'autres acarocécidies sont citées sur les feuilles d'Erable, mais leurs auteurs restent encore inconnus. Ce sont :

1° *Erineum nervophilum*, Lasch. — Poils alignés le long des nervures des feuilles de l'*Acer platanoïdes* L. et comparables à ceux de l'*Erineum platonideum*.

2° *Erineum effusum* Kz. — Poils disposés en amas irréguliers, jaunes, puis rouges, à la face supérieure des feuilles de l'*Acer monspessulanum*.

3° *Erineum luteolum* Fr. — Poils analogues sur l'*Acer opulifolium*.

4° *Phyllerium acerinum* Pers. — Poils subcylindriques ou faiblement en massue à leur extrémité et courbés en arc, à la face inférieure des feuilles de l'*Acer platanoïdes*.

5° *Phyllerium pseudoplatani* Schm. — Poils jaunâtres, puis bruns, cylindriques, diversement contournés, sur les feuilles d'*Acer pseudoplatanus*.

Nous étudierons ces acarocécidies, encore inconnues au point de vue botanique, en les rattachant aux espèces dont les auteurs sont déterminés.

***

GROUPE DES ERINEUM

ERINEUM PLATONIDEUM Fr. produit par le *PHYTOPTUS MACROCHELUS* Nal. sur les feuilles d'*ACER PLATANOÏDES* et d'*ACER PSEUDOPLATANUS*.

(Pl. X, fig. 1, 2, 3).

Il existe normalement à la face inférieure des feuilles d'*Acer platanoïdes* L. et d'*Acer pseudoplatanus* L., des poils unicellulaires, très longs et très fins, à pointe effilée, légèrement flexueux, à parois un peu épaissies. Disséminés à la surface du limbe, ces poils sont beaucoup plus nombreux dans les angles des nervures. Il est assez naturel que les acariens soient attirés en ces points qui leur offrent un abri. C'est en effet au milieu des poils normaux que l'on trouve les jeunes larves, aussitôt après l'épanouissement des bourgeons. Rien n'indique au début la présence des parasites dans ces régions et, sans observations préalables, il faudrait se fier au hasard pour étudier l'apparition des premiers phénomènes. Cependant, après quelques années d'observation, je suis parvenu facilement à préciser mes recherches.

Il est un fait connu des naturalistes qui s'occupent de *Phytoptus* c'est que ces animaux ont une vie en quelque sorte sédentaire, qu'ils se propagent dans des endroits très restreints et qu'un arbre, une fois contaminé par eux, est susceptible de présenter, pendant de nombreuses années, des Phytoptocécidies sur ses organes. L'hibernation de ces animaux se produisant, le plus souvent, dans les bourgeons (c'est ainsi que procède le *Phytoptus macrochelus* Nal.), c'est sur les rameaux jeunes que doivent porter les recherches.

En indiquant pendant le cours d'une année, sur l'écorce de rameaux contaminés, des numéros d'ordre qui me servaient de points de repère, j'ai pu recueillir l'année suivante, sur les

branches issues de ces mêmes rameaux des feuilles sur lesquelles je trouvais sûrement des phytoptocécidies que je pouvais suivre à tous les stades.

Développement

La première manifestation de la présence des acariens dans l'angle des nervures se traduit par le recroquevillement et le ratatinement des poils normaux qui s'enchevêtrent les uns dans les autres, par suite des mouvements incessants des *Phytoptus*.

A ce stade, les acariens qui vivent dans une position quelconque au milieu de cette bourre ne contractent pas d'adhérence avec la feuille et les tissus internes de ce dernier organe ne subissent aucune modification histologique. On ne constate pas non plus de décoloration de la lame foliaire à ce niveau.

Les poils normaux, ainsi troublés dans leur mode régulier de développement, flétris par les torsions qu'ils ont à subir de la part des acariens, ne tardent pas à se détacher de la feuille, en même temps que se produisent, dans l'épiderme inférieur, des modifications inappréciables à l'œil nu, mais dont je pouvais préciser le moment d'apparition dès que je voyais les poils normaux se flétrir.

Sur des coupes transversales pratiquées à ce moment, on remarque que certaines cellules épidermiques sont hypertrophiées dans tous les sens, tout en conservant leurs parois fines. Il en résulte que les cellules voisines sont écrasées en quelque sorte par ce développement exagéré et que, troublées dans leur développement, elles chevauchent les unes sur les autres. Le tassement s'observe aussi sur les cellules du parenchyme lacuneux sous-jacent, parce que la paroi interne des cellules épidermiques se bombe de ce côté. Les lacunes diminuent de calibre, ce qui modifie totalement l'aspect du parenchyme.

Les cellules épidermiques font alors une faible saillie à l'extérieur et la surface de la feuille est en ce point légèrement bosselée.

En suivant la méthode que j'ai déjà décrite dans un autre chapitre, si l'on porte alors sous le microscope un lambeau d'épiderme, on constate que les acariens ont quitté la touffe de poils en train de se flétrir et qu'ils sont tous fixés, la tête en avant, contre la surface de la feuille. A ce changement de position corres-

pondent donc des phénomènes nouveaux, phénomènes de réaction produits par la feuille.

Le début de l'*Erineum platonideum* est dès lors nettement indiqué et visible à la loupe.

Toutes les cellules sont susceptibles de présenter le développement exagéré que nous venons de signaler, sauf les cellules stomatiques et celles qui recouvrent même les plus fines nervures; c'est donc au milieu des mailles vasculaires que l'action du parasite se fait sentir. Le parenchyme lacuneux de ces régions, comprimé par les cellules épidermiques, perd d'abord sa chlorophylle ; il en est de même ensuite du parenchyme en palissade de sorte que l'angle de la nervure paraît décoloré à la face supérieure. En même temps l'amidon augmente.

L'étendue de la zone envahie par les acariens est encore très restreinte, elle présente l'aspect d'un triangle n'ayant pas plus de deux millimètres de côté et les coupes les plus intéressantes que l'on puisse y pratiquer sont celles qui sont dirigées suivant la bissectrice de la région angulaire envahie.

Bientôt, les cellules épidermiques hypertrophiées émettent vers l'extérieur un léger prolongement qui s'accroît très vite et présente une extrémité renflée. Après avoir acquis sa taille définitive, le renflement terminal s'étale de façon à former une sorte de plateau bombé ce qui donne au poil l'aspect d'un champignon. Deux poils voisins résultent très rarement de deux cellules épidermiques contiguës, le plus souvent ils sont séparés par deux, trois et même plusieurs cellules non modifiées. Les poils atteignent à peu près tous la même taille, de sorte que leurs extrémités renflées s'appuient les unes sur les autres formant ainsi une surface d'aspect duveteux, élevée à une certaine distance du plan de la feuille et soutenue par les pédicules des poils. Cette espèce de voûte à piliers forme en quelque sorte le toit de la cavité gallaire.

Pendant que les poils se développent et que le parenchyme lacuneux se tasse et perd sa chlorophylle, le parenchyme en palissade ne reste pas indifférent. Ses cellules s'accroissent légèrement en longueur vers la face inférieure, venant ainsi compenser la diminution d'épaisseur subie par le parenchyme lacuneux du fait de la disparition des lacunes. Elles augmentent même d'une façon très minime l'épaisseur de la lame foliaire au niveau de l'*Erineum*

et font saillir celle-ci vers la face inférieure de sorte que l'*Erineum* laisse à la face supérieure une légère empreinte. C'est ainsi que l'on peut distinguer les feuilles contaminées sans même les retourner.

Ce phénomène est une action à distance, provoquée sans nul doute par la présence active du parasite. Il traduit un travail de protection, de défense, opposé par la feuille contre l'envahissement des *Phytoptus*; il caractérise l'*Erineum platonideum* et les espèces voisines que nous étudierons plus loin.

L'*Erineum* augmente en surface, par suite de la dissémination des acariens qui l'habitent. Primitivement groupée dans l'extrême pointe de la région angulaire des nervures, la colonie s'étend petit à petit vers la périphérie et provoque l'apparition de nouveaux poils, de sorte que, sur une même coupe, on peut suivre les différentes phases du développement des poils.

Il arrive souvent que la feuille est presque complètement recouverte de poils. On est alors en présence de plusieurs colonies de *Phytoptus* partie chacune d'une région angulaire.

Quand l'*Erineum* est très étendu, la région primitivement envahie est complètement abandonnée par les parasites qui se sont tellement disséminés que l'on peut prélever des lambeaux de un centimètre carré absolument dépourvus de *Phytoptus*. En un mot, l'extension de l'*Erineum* n'est pas en rapport avec le nombre des *Phytoptus* mais avec leur dissémination.

J'ai pu constater également que des feuilles présentant au début une seule région angulaire envahie pouvaient plus tard porter des *Erineum* en d'autres points. Dans ce cas, certains individus jeunes émigrés de la colonie primitive sont allés chercher ailleurs un abri et ont provoqué l'apparition des mêmes phénomènes.

D'après cette observation, la feuille d'Erable serait susceptible de produire des *Erineum* aux différentes époques de son développement. Néanmoins, cette propriété a une limite. J'ai essayé l'action du parasite sur une feuille complètement développée, en disséminant dans les angles de ses nervures des acariens qui provenaient du raclage d'un *Erineum* adulte : jamais je n'ai vu apparaître de poils de néoformation et je trouvais toujours les acariens inertes au milieu des poils normaux. Il est évident d'après cela que seuls les acariens jeunes sont susceptibles de produire l'*Erineum* et que

la feuille doit être suffisamment jeune et encore avoir une certaine vitalité pour contribuer à cette production par la réaction de ses tissus.

***

En résumé, la feuille d'*Acer platanoïdes* subit sous l'action du *Phytoptus macrochelus* Nal. les modifications suivantes : 1° Ratatinement et recroquevillement des poils qui garnissent les angles des nervures. — 2° Chute de ces poils. — 3° Hypertrophie de certaines cellules épidermiques qui se prolongent en poils. — 4° Tassement des cellules du parenchyme lacuneux et disparition des espaces aérifères. — 5° Elongation des cellules du parenchyme en palissade vers la face inférieure. — 6° Disparition de la chlorophylle et augmentation de l'amidon.

L'épiderme supérieur ne change pas d'aspect et les faisceaux libéro-ligneux ne sont nullement modifiés. Ainsi est constitué l'*Erineum platonideum.*

***

Les mêmes phénomènes se produisent quand le *Phytoptus macrochelus* L. se fixe sur les feuilles d'*Acer pseudoplatanus*. Seulement dans ce cas les poils ont une base moins renflée et leur pédicule est un peu plus court. Ce sont là des caractères différentiels de bien peu de valeur et l'on peut facilement confondre à première vue les deux coupes, car la structure anatomique de ces deux feuilles est presque identique et la forme générale des poils est à peu près semblable.

ERINEUM NERVOPHILUM Lasch.

(Pl. X, fig. 4).

Dans l'*Erineum nervophilum* Lasch., qui apparaît sur les feuilles de l'*Acer platanoïdes,* on retrouve la même forme de poils mais ces poils sont uniquement localisés sur les nervures. Cet *Erineum* qui semble le *complément* de l'*Erineum platonideum* n'apparaît jamais sur les autres points du limbe; il est très rarement associé à celui-ci.

Dans ce cas particulier, les cellules qui fournissent les poils sont des éléments très réguliers, reposant sur un tissu à cellules

polyédriques très résistant. Il en résulte que la cellule ne s'accroît pas vers l'intérieur et se prolonge immédiatement en un pédicule à l'extrémité duquel existe un renflement uni ou plurilobé. L'action du parasite ne porte ici que sur l'épiderme, aucun des tissus sous-jacents ne subit de modification de structure et ne perd son protoplasme.

Les poils de l'*Erineum* se touchent par leur base et par leur sommet ; leurs pédicules sont dirigés obliquement à la surface de la nervure et leurs extrémités enchevêtrées les unes dans les autres. Cet *Erineum* n'est pas susceptible de s'étendre sur de grands espaces comme le précédent. Il est constitué par des colonies très restreintes d'acariens qui s'échelonnent entre deux espaces angulaires sans jamais franchir les nervures.

***

Dans les *Erineum effusum* Kz. et *luteolum* Fr. les poils déterminés par la présence des acariens sont localisés non plus à la face inférieure mais à la face supérieure de la feuille d'*Acer monspessulanum* ou d'*Acer opulifolium*.

ERINEUM EFFUSUM sur *ACER MONSPESSULANUM*
(Pl. X, fig. 5).

L'épiderme supérieur des feuilles de l'*Acer monspessulanum* est constitué par des cellules à parois fines, à cuticule très légèrement épaissie, reposant sur un tissu sous-épidermique.

Pour former l'*Erineum effusum* certaines cellules épidermiques très isolées les unes des autres bombent leur paroi externe dans la région médiane et poussent ainsi vers l'extérieur un petit prolongement en forme de mamelon qui grandit très rapidement et se renfle en massue mono-bi ou trilobée. Ces poils forment, par leur réunion, des amas irréguliers. Ils sont plus courts que ceux des autres espèces, leur paroi est plus épaisse et colorée en jaune. Les espaces laissés libres entre les poils sont moins grands et la hauteur de la voûte plus restreinte. Une très petite colonie d'acariens vit à l'intérieur de chaque *erineum*.

Les poils n'apparaissent qu'au milieu des mailles vasculaires et

aucun changement histologique ne se produit, en ces points, dans les parenchymes de la feuille. Tout se borne à une hypertrophie externe des cellules épidermiques supérieures dont la base n'est même pas modifiée.

Quand l'*Erineum* arrive à maturité, sa coloration change et devient d'un rouge brun. Cela correspond à la mortification des poils, qui sont alors arqués les uns sur les autres et ne forment plus une voûte complète. L'*Erineum effusum* se flétrit bien avant l'étiolement de la feuille qui le supporte.

ERINEUM LUTEOLUM sur *ACER OPULIFOLIUM* (Pl. X, fig. 6).

Les mêmes caractères anatomiques s'observent sur l'*Erineum luteolum* des feuilles de l'*Acer opulifolium*, mais dans ce cas les poils formés sont plus nombreux, leurs parois d'un jaune plus foncé. Les prolongements terminaux sont multilobés et rappellent beaucoup plus ceux de l'*Erineum platonideum* que ceux de l'espèce précédente. La voûte qu'ils forment résiste plus longtemps que dans l'*Erineum effusum* ; les poils qui la composent étant serrés les uns contre les autres ont moins de tendance à s'affaisser. Néanmoins, à maturité cet *Erineum* prend la même coloration brun-rougeâtre.

ERINEUM du *PHYTOCOPTES GYMNASPIS* Nal. (Pl. X, fig. 7).

L'*Erineum* produit par le *Phytocoptes gymnaspis* Nal. diffère totalement de ceux que nous avons étudiés jusqu'ici. Il apparaît à la face inférieure des feuilles d'*Acer campestre* bien avant tous les autres et n'est que très rarement associé avec eux. Sa localisation est très variable : il se produit indifféremment le long des nervures ou sur la lame foliaire, cependant je ne l'ai jamais trouvé dans les angles des nervures. Il traduit sa présence vers la face supérieure de la feuille par une très légère décoloration des tissus, mais ne provoque aucune excroissance, ni aucune dépression.

Je n'ai jamais pu saisir le début de cet *Erineum* et j'ai dû me contenter de l'étudier à l'état adulte. Néanmoins comme il s'accroît par la périphérie, il m'a été facile de constater la façon dont apparaissent les poils qui le constituent. C'est du reste le processus

ordinaire que nous avons déjà observé ailleurs qui préside à leur formation. Les cellules épidermiques inférieures destinées à devenir des poils ont leur paroi externe complètement bombée. La voussure augmente très vite et se transforme en un prolongement cylindrique d'une seule venue, à pointe mousse.

Quand la cellule a atteint environ quatre fois sa taille primitive l'extrémité s'effile et le poil se tord sur son axe en se courbant vers sa base. Ces poils ne diffèrent des poils normaux que par leur taille un peu plus petite et par leur rigidité moins grande. Ils sont très serrés les uns contre les autres mais ne s'enchevêtrent pas. Au milieu d'eux, existent des poils normaux non modifiés dans leur structure. La base des poils ne s'enfonce pas dans le parenchyme lacuneux sous-jacent et ce tissu ne change pas d'aspect. Le parenchyme en palissade ne produit aucune réaction et les faisceaux libéro-ligneux voisins de l'*Erineum* restent aussi indifférents. Nous sommes ici en présence du minimum de défense de la part de la feuille et l'*Erineum* du *Phytocoptes gymnaspis* Nal. peut être considéré comme une simple exagération de la pilosité normale de cet organe.

Les acariens qui l'habitent sont relativement peu nombreux ; ils sont protégés par la courbure des poils qui s'arc-boutent au-dessus d'eux et leur forment un abri tout spécial et bien incomplet.

ERINEUM PURPURASCENS Gærtn.
déterminé par le *PHYTOPTUS MACROCHELUS* Nal.

(Pl. X, fig. 8, 9).

L'*Erineum purpurascens* Gærtn., produit à la face inférieure des feuilles de l'Erable champêtre par le *Phytoptus macrochelus* Nal., se rapproche beaucoup comme aspect extérieur de l'*Erineum platonideum*. Il consiste en un amas de poils blancs au début, plus tard brunâtres, disséminés à la surface du limbe, jamais dans les angles des nervures. Sa présence se manifeste, vers la face supérieure, par une légère dépression accompagnée d'une décoloration des tissus dont les contours sont nettement délimités.

La localisation moins spéciale de cet *Erineum* ne m'a pas permis d'en saisir le début, je ne l'ai étudié qu'à l'état adulte.

Des coupes transversales pratiquées dans sa région moyenne

suffisent du reste pour apprécier son développement, car il s'accroît vers la périphérie. En examinant ces coupes à partir du bord libre jusqu'au centre, on assiste au développement des poils qui sont en somme les éléments les plus caractéristiques de cette production.

Toutes les cellules de l'épiderme inférieur, sauf les cellules stomatiques, sont susceptibles de se prolonger en poils. Pour cela la cellule augmente d'abord dans toutes les directions et devient presque régulièrement sphérique. Le segment inférieur de cette sphère n'augmente pas de volume ; le segment supérieur au contraire se dilate rapidement et son pôle s'aplatit.

La saillie externe s'allonge alors en même temps qu'elle s'élargit puis son extrémité se renfle en produisant sur ses bords une série de petits mamelons irréguliers. Le poil acquiert finalement la forme d'un entonnoir.

L'expansion de la cellule pileuse vers la région inférieure a pour résultat le tassement des cellules du parenchyme lacuneux et la disparition des espaces aérifères, mais ce phénomène est beaucoup moins manifeste que dans l'*Erineum platonideum*. De plus, en l'espèce, le parenchyme en palissade reste indifférent, de sorte que l'épaisseur du limbe foliaire n'est nullement augmentée à ce niveau.

Les poils de l'*Erineum purpurascens* Gærtn. sont beaucoup plus trapus et plus longs que ceux de l'*Erineum platonideum* Fr., ce qui semble indiquer que la réaction locale de la feuille contre l'action du parasite est plus intense que dans ce dernier cas. Par contre, la réaction à distance est plus forte dans l'*Erineum platonideum*, chez lequel on constate une légère élongation du parenchyme en palissade.

***

En résumé, dans le groupe des *Erineum* de l'Erable, on peut observer tous les passages entre la simple surproduction de poils normaux sans épaississement du limbe (*Phytocoptes gymnaspis*) et la formation de poils nouveaux, avec ou sans augmentation de l'épaisseur du limbe.

Dans tous les cas, l'épiderme supérieur reste indifférent, sauf, bien entendu, quand l'*Erineum* apparaît à la face supérieure de la feuille, ce qui constitue en réalité un cas exceptionnel.

GROUPE DES PHYLLERIUM

PHYLLERIUM ACERINUM Pers. de *l'ACER PLATANOÏDES*

(Pl. X, fig. 10).

Les principales modifications subies par chacun des tissus de la feuille sous l'action des parasites sont les suivantes :

L'épiderme inférieur, en contact plus direct dès le début avec les *Phytoptus*, prolonge quelques-unes de ses cellules en poils unicellulaires, d'abord cylindriques, dirigés perpendiculairement à la surface du limbe, bientôt largement renflés à leur extrémité et courbés en arc. En même temps, la cellule pilifère s'accroît plus que les autres et sa base hypertrophiée s'enfonce dans l'intérieur des tissus. La paroi des poils reste fine ; elle brunit seulement à maturité. L'épiderme conserve ses stomates intacts.

Le parenchyme lacuneux, légèrement tassé par le développement exagéré de certaines cellules épidermiques d'un côté et par l'hypertrophie du parenchyme voisin de l'autre, change d'aspect par suite de la disparition presque complète de ses espaces aérifères. De plus, dès le début, ce parenchyme perd une grande partie de sa chlorophylle.

Les cellules du parenchyme en palissade situées en regard des poils s'accroissent individuellement en épaisseur et l'allongement de ces cellules vient compenser la diminution d'épaisseur du parenchyme lacuneux. La chlorophylle disparaît au fur et à mesure du développement du *Phyllerium*.

Les grandes cellules de l'épiderme supérieur augmentent aussi de volume ; seuls les faisceaux libéro-ligneux restent indifférents.

Des diverses modifications subies par les tissus de la feuille, résulte une légère voussure vers la face supérieure.

PHYLLERIUM PSEUDOPLATANI Schm.

(lP. X, fig. 11).

Dans le développement du *Phyllerium pseudoplatani,* nous assistons à peu près aux mêmes phénomènes mais les modifications histologiques de certains tissus semblent acquérir une plus grande intensité.

L'épiderme inférieur de la feuille de l'*Acer pseudoplatanus* L. fournit, par l'hypertrophie de ses cellules, des poils cylindriques à parois fines, plus longs que dans l'espèce précédente, tordus sur leur axe et dont la base est moins dilatée. Leur coloration varie pendant le développement.

Le parenchyme lacuneux perd ses espaces aérifères par le fait de l'augmentation du parenchyme en palissade. Les cellules de ce dernier tissu s'accroissent encore individuellement mais suivant deux directions, d'abord en épaisseur (il en résulte un allongement de la cellule) et ensuite en largeur à leur base seulement. Chaque cellule, de prismatique qu'elle était au début, devient de ce fait pyramidale. Cet accroissement, combiné avec celui des cellules épidermiques supérieures, entraîne la lame foliaire de ce côté d'une façon plus prononcée que dans le cas du *Phyllerium acerinum* Pers.

* * *

Dans le groupe des *Phyllerium* de l'Érable on constate en somme des réactions plus intenses de la part des tissus foliaires que dans le groupe des *Erineum*. L'épiderme supérieur s'hypertrophie et la lame foliaire présente une voussure de ce côté. Ces deux groupes prennent contact par le *Phyllerium acerinum* Pers. et l'*Erineum platanoïdes* d'une part et par le *Phyllerium pseudoplatani* et l'*Erineum* du *Phytocoptes gymnaspis* d'autre part.

GROUPE DES CERATONEON

CERATONEON VULGARE Bremi
déterminé par le *PHYTOPTUS MACRORHYNCHUS* Nal.
sur les feuilles d'*ACER PLATANOÏDES* L.
(Pl. XI).

I.

Le *Ceratoneon vulgare* Bremi apparaît surtout au voisinage des nervures tertiaires et secondaires à la face inférieure des feuilles, aussitôt l'épanouissement des bourgeons, sous la forme d'une très petite touffe de poils fins enchevêtrés les uns dans les autres et colorés en brun pâle. Il est assez difficile, à première vue, de dis-

tinguer cette production à son début d'avec les différents *Erineum* susceptibles d'apparaître sur les feuilles d'*Acer platanoïdes* L. Mais en réalité, comme elle est très rarement localisée dans les angles des nervures, il n'est possible de la confondre qu'avec le *Phyllerium acerinum* Pers. En cherchant pendant quelques années à préciser les premiers stades du développement de ces deux acarocécidies, j'ai pu constater que l'une, le *Phyllerium acerinum*, était plus tardive que l'autre et n'apparaissait que lorsque les feuilles ont déjà acquis une certaine taille. De plus je n'ai jamais trouvé ces deux galles sur la même feuille; le *Phyllerium acerinum* est excessivement rare et toujours en très petit nombre tandis que le *Cephaloneon vulgare* est très commun et toujours en très grand nombre sur une même feuille. Enfin, dans ce dernier, la coloration des poils est différente et surtout l'extension de l'*Erineum* primitif beaucoup plus restreinte. La touffe de poils qui constitue au début le *Cephaloneon vulgare* Br. atteint à peine un demi-millimètre de diamètre tandis que le *Phyllerium acerinum* s'étale, pendant le développement de ses poils, sur un espace d'un demi-centimètre carré. Une coupe transversale pratiquée à ce niveau, dans la feuille, montre les modifications suivantes.

L'épiderme inférieur, à petites cellules à parois minces, porte de distance en distance quelques poils unicellulaires courts, terminés en pointe à leur extrémité. Rigides au début ces poils ne tardent pas à se tordre sur leur axe et à s'enchevêtrer les uns dans les autres ; ils n'ont pas tous la même destinée. Ceux du centre résistent très peu de temps et tombent au fur et à mesure du développement de la galle ; ceux de la périphérie, au contraire, se retrouveront sur la galle adulte.

Pour se développer en poil, la cellule épidermique s'accroît d'abord sensiblement vers l'extérieur. Plus tard la base de la cellule s'hypertrophie légèrement mais cette hypertrophie n'est pas comparable à celle que nous avons observée dans les poils des différents *Erineum* étudiés au paragraphe précédent ni même à celle que l'on constate dans le *Phyllerium acerinum* Pers.

Les parenchymes en palissade et lacuneux ont conservé leurs caractères morphologiques, mais leur chlorophylle disparaît progressivement.

L'épiderme supérieur n'a pas changé d'aspect et les faisceaux ne sont pas non plus modifiés.

A ce stade, le *Cephaloneon vulgare* Br. peut être comparé à un *Erineum*. Il n'existe encore aucune élevure à la face supérieure de la feuille. Les acariens sont alors disséminés au milieu des poils.

II

Au stade suivant, un travail de réaction de la feuille s'opère, à distance du parasite, dans le parenchyme en palissade et dans l'épiderme supérieur. Chacune des cellules de ces deux tissus s'accroît individuellement et la lame foliaire s'invagine vers la face supérieure en même temps que les poils du centre de l'*Erineum* primitif disparaissent.

La galle a dès lors complètement changé d'aspect et ne peut plus déjà se confondre avec une autre production. Elle se présente sous la forme d'une légère éminence conique, saillante à la face supérieure de la feuille et s'ouvrant largement à la face inférieure. Elle subit alors un temps d'arrêt ; son sommet devient brunâtre et se flétrit. On croirait qu'elle a atteint son complet développement.

Les acariens gallicoles ont tous déserté le fond de l'invagination et sont venus habiter sur les bords.

III

Le déplacement des *Phytoptus* semble provoquer, dans les tissus de la feuille, des réactions nouvelles qui apparaissent dans le parenchyme lacuneux, au pourtour de la grande ouverture inférieure. Il se forme, en ce point, une zone génératrice annulaire en rapport avec la zone cambiale des faisceaux qui circulent dans la maille vasculaire au milieu de laquelle se trouve le *Ceratoneon*.

La zone génératrice s'étale rapidement à la périphérie jusqu'à l'épiderme supérieur de la feuille ; son cloisonnement s'opère de ce côté d'une façon progressive et sans aucun temps d'arrêt. Les éléments qui résultent de ce cloisonnement sont des cellules plates, à parois fines, disposées en colonnes régulières parallèlement les unes aux autres et perpendiculairement au plan de la feuille. Leur différenciation caractérise le développement de la galle. On peut distinguer, dès le début : deux assises, l'une extérieure, l'autre

intérieure et un parenchyme homogène au sein duquel apparaissent plus tard les faisceaux libéro-ligneux qui se mettent en rapport avec les faisceaux de la feuille. Ainsi s'édifie le *Ceratoneon* qui peut atteindre trois et même quatre millimètres de hauteur.

Etude de la galle adulte

La structure anatomique de cette gallle est très simple.

Dans sa région moyenne, elle est formée par un parenchyme dont les cellules polyédriques à parois fines présentent un cloisonnement irrégulier. On peut distinguer, dans ce tissu, deux zones caractérisées par les dimensions différentes de leurs éléments: la zone externe à cellules plus grandes, la zone interne à cellules plus petites. Vers le sommet, cette distinction ne peut plus s'établir, tout le parenchyme est formé par un tissu homogène ; vers la base, au fur et à mesure que l'on se rapproche de la zone génératrice, le cloisonnement des cellules se régularise et la paroi de la galle est constituée par des éléments aplatis, disposés en colonnes parallèles.

Les faisceaux libéro-ligneux qui circulent dans le parenchyme et qui résultent de la différenciation des cellules génératrices sont constitués par quelques vaisseaux spiralés, annelés et réticulés et par des cellules sans grillages. A la base, ces faisceaux sont entourés par une gaine protectrice formée d'une rangée de cellules à parois épaisses. Les faisceaux vont en diminuant d'importance au fur et à mesure qu'ils s'approchent du sommet de la galle. Vers la région moyenne, ils perdent leur gaine protectrice et se terminent en pointe mousse à l'extrémité, après avoir contracté entre eux de très rares anastomoses.

Dans la région inférieure, le parenchyme est plus épais au niveau des faisceaux et présente un aspect plus homogène que dans les autres points. Ses cellules laissent entre elles de petits espaces aérifères.

Lorsqu'on étale la paroi gallaire en faisant une incision médiane longitudinale, on constate, à la face interne, des saillies qui correspondent pour ainsi dire aux nervures de la galle.

L'assise externe qui recouvre l'excroissance est formée par des cellules de différents calibres, à paroi épaissie. Celles du sommet

sont un peu plus petites que les autres et, dans la région basilaire, leur cloisonnement est plus régulier.

L'assise interne est constituée par des cellules plus petites, à parois minces, à cloisonnement plus régulier.

Certaines cellules épidermiques sont prolongées en poils monocellulaires à paroi mince.

La cavité gallaire, de forme allongée, présente très peu de poils dans sa région supérieure et les *Phytoptus macrorhynchus* Nal. se trouvent surtout dans la région inférieure.

GROUPE DES CEPHALONEON

CEPHALONEON MYRIADEUM Br.
déterminé par le *PHYTOPTUS MACRORHYNCHUS* Nal.
sur les feuilles d'*ACER CAMPESTRE* L.
(Pl. XII, fig. 1, 2, 3, 4).

Le *Cephaloneon myriadeum* Br., produit par le même Phytoptus que le *Ceratoneon vulgare*, passe par les mêmes stades que ce dernier. Le développement de ces deux cécidies se fait d'une façon pour ainsi dire simultanée mais avec une intensité différente qui s'explique quand on compare la structure de la feuile d'*Acer campestre* avec celle de l'*Acer platanoïdes*.

La feuille de l'*Acer campestre* est beaucoup plus petite que celle de l'*Acer platanoïdes*, elle a aussi des nervures moins saillantes, avec des faisceaux moins épais. Le limbe est un peu plus mince et les parenchymes moins développés. La résistance organique de cette feuille est inférieure à celle de la précédente et la réaction qu'elle peut opposer aux acariens doit être moins forte. Il en résulte que le *Cephaloneon myriadeum* est plus petit que le *Ceratoneon vulgare*.

Le localisation du *Cephaloneon myriadeum* est beaucoup moins précise que celle du *Ceratoneon vulgare*. La premiène cécidie, toujours en plus grand nombre à la surface d'une même feuille, est disséminée un peu partout sur le limbe (angles des nervures, bord de la feuille, surface des nervures même secondaires), tandis que la seconde s'insère au milieu des fines mailles vasculaires du limbe.

Les feuilles contaminées paraissent, dès le début, couvertes d'une infinité de petites touffes de poils et comme il arrive souvent que ces touffes se touchent presque les unes les autres on peut confondre alors ce *Cephaloneon* avec l'*Erineum purpurascens* Gærtn., mais les poils sont plus sombres et plus effilés.

La voussure de la lame foliaire se fait aussitôt l'apparition des poils et la cécidie reste largement ouverte à la face inférieure, pendant que le parenchyme se décolore et que s'établit, à la base, une zone génératrice annulaire qui fournit l'excroissance. Ces différents phénomènes se produisent sans aucun temps d'arrêt et la galle acquiert rapidement sa taille définitive (trois millimètres au maximum).

L'excroissance poussant d'une seule venue, il ne se produit pas, à sa pointe, de mortification comme celle que nous avons signalée dans le développement du *Ceratoneon vulgare.*

La structure de la galle adulte se rapproche beaucoup de celle du *Ceratoneon vulgare.* Le parenchyme qui résulte du cloisonnement de la zone génératrice est plus homogène; au sommet toutefois ses cellules sont un peu plus petites.

Les faisceaux libéro-ligneux ne présentent pas à leur base de gaine protectrice; ils ont un trajet beaucoup moins régulier dès le début et contractent entre eux plus d'anastomoses.

L'assise externe ne présente rien de bien particulier, ses cellules sont seulement plus plates que dans l'espèce précédente ; la surface de la galle est du reste plus lisse et moins bosselée.

L'assise interne est complètement garnie de poils monocellulaires cylindriques, à paroi légèrement épaissie, qui remplissent complètement la cavité gallaire. Celle-ci est irrégulière et s'ouvre par un orifice relativement plus grand que celui du *Ceratoneon vulgare.*

CEPHALONEON SOLITARIUM Br.
déterminé par le *PHYTOPTUS MACROCHELUS* Nal.
sur les feuilles d'*ACER CAMPESTRE* L.

(Pl. XII, fig. 5, 6, 7, 8).

Le *Phytoptus macrochelus* Nal. est l'auteur de cette cécidie qui est insérée dans l'angle des nervures de la feuille d'*Acer campestre* et qui peut atteindre 2 à 3 millimètres de diamètre. De forme à

peu près sphérique, à surface irrégulière, de couleur rouge, le *Cephaloneon solitarium*, comme son nom l'indique, est souvent solitaire et ce caractère, joint à sa localisation spéciale, permet de saisir assez facilement le moment de son apparition à la surface de la feuille.

Aussitôt l'épanouissement des bourgeons, on peut trouver les acariens gallicoles au milieu des poils normaux qui garnissent les angles des nervures, à la face inférieure de la feuille. Les poils normaux sont unicellulaires, rigides, à parois épaisses : ils ne semblent nullement modifiés par la présence des acariens. Mais bien avant que toute excroissance n'apparaisse à la face supérieure de la feuille, la décoloration de cette région, indice d'une réaction des tissus, attire l'attention et facilite les recherches. Toute région angulaire étiolée indique à peu près sûrement une colonie de jeunes *Phytoptus macrochelus* Nal.

La disparition de la chlorophylle s'opère d'abord dans le parenchyme lacuneux, puis de proche en proche dans le parenchyme en palissade, en même temps que la réserve amylacée augmente, phénomène commun dans le groupe des *Erineum*, mais qui se présente ici avec une intensité remarquable.

Bientôt, entre les poils normaux, apparaissent des poils de néoformation, provoqués par la présence des parasites et qui se distinguent facilement des premiers, même à la loupe. Ce sont des éléments flexueux, pâles, enchevêtrés les uns dans les autres, plus longs, à paroi mince, à section circulaire, dont la base est riche en protoplasma granuleux.

Les acariens ont dès lors l'abri et le couvert; ils grandissent rapidement de taille en même temps que les tissus internes de la feuille entrent en réaction.

C'est d'abord le parenchyme lacuneux qui se cloisonne activement à la périphérie de la région pileuse et qui forme une zone génératrice. Puis le parenchyme en palissade participe au même processus, de sorte qu'il s'établit bientôt, dans la région angulaire envahie, un véritable anneau méristématique dont le cloisonnement va donner naissance au *Cephaloneon*. Comme dans la plupart des exemples que nous avons cités dans ce travail, le cloisonnement de la zone génératrice s'opère au début des deux côtés, mais avec beaucoup plus d'intensité vers la face supérieure de la feuille.

Vers la face inférieure, la zone génératrice prend contact avec la zone cambiale des faisceaux et ne fournit que quelques cellules à parois fines dont l'ensemble constitue la courte région inférieure de la galle. Cette légère excroissance inférieure a néanmoins son importance. C'est elle qui vient former la bordure de ce qui sera plus tard l'orifice de la cavité gallaire et qui restreint dès le début la large cavité garnie de poils habitée par les acariens.

Vers la face supérieure, la zone génératrice fournit une série de cellules disposées régulièrement en colonnes parallèles et produit de la sorte une éminence conique dont la forme ne rappelle en rien l'aspect définitif de la galle, mais qui est plutôt comparable au stade correspondant du *Ceratoneon vulgare* et peut atteindre 1 millimètre de hauteur.

L'éminence augmente sans aucun temps d'arrêt en même temps que son extrémité se dilate. Dans le parenchyme générateur s'établit alors une différenciation des tissus qui aboutit à la constitution définitive de la galle. C'est d'abord le tissu vasculaire qui apparaît. Les premiers vaisseaux sont des vaisseaux spiralés, plus tard des vaisseaux annelés viennent s'adosser aux premiers vers l'intérieur. Les éléments libériens sont tous des cellules sur lesquelles on ne distingue pas de grillages.

Structure de la Galle adulte

Dans la galle adulte on peut distinguer : une région inférieure, un pédicule court et une région supérieure ou galle proprement dite renflée en tête.

La *région inférieure* est limitée d'un côté par une nervure assez forte (nervure principale, secondaire ou tertiaire) et de l'autre par une nervure de moindre importance. La plus grosse n'est pas modifiée dans ses éléments vasculaires ; seul le parenchyme qui entoure les faisceaux est légèrement épaissi à ce niveau. Le faisceau qui circule dans l'autre nervure prend un accroissement secondaire assez considérable et le parenchyme qui l'entoure s'hypertrophie beaucoup moins.

La région inférieure est tapissée par l'épiderme inférieur de la feuille qui n'a subi ici aucune modification et dont la plupart des cellules sont prolongées en poils cylindriques trapus, à paroi épaisse, à base solide implantée au milieu des autres éléments.

La *région du pédicule* est très courte, elle est formée par un tissu homogène dont toutes les cellules à cloisonnement régulier sont allongées dans le sens du grand axe de la galle et disposées en colonnes parallèles. Ce parenchyme est limité vers l'extérieur par une assise de cellules toutes à peu près de même taille, à paroi externe épaisse et dont quelques-unes sont prolongées en poils rigides à paroi épaisse et terminées en pointe mousse ; vers l'intérieur par des cellules plus petites, de différents calibres, portant deux espèces de poils, les uns correspondant à ceux de l'épiderme supérieur et les autres à parois minces et flexueux.

La *région supérieure*, dont l'épaisseur varie suivant les points qu'on la considère, est constituée par deux parenchymes, l'un interne à petites cellules plates disposées sur plusieurs rangées concentriques à la cavité gallaire, l'autre externe formée de cellules polyédriques à parois fines, à cloisonnement irrégulier, de différents calibres. De distance en distance on trouve dans ce dernier parenchyme des cellules plus grandes que les autres, qui se sont hypertrophiées postérieurement à la différenciation des tissus et ont contribué à dilater la région supérieure de la galle.

L'assise externe présente les mêmes caractères que celle de la région du pédicule, les poils y sont cependant plus rares. L'assise interne (celle qui tapisse la cavité gallaire), toujours formée par de petites cellules à paroi mince, présente encore deux séries de poils, les uns courts à paroi épaisse, les autres à paroi mince. Mais ces derniers sont beaucoup plus développés que sur la région du pédicule ; ils s'implantent par une large base au milieu des autres cellules et peuvent atteindre, comme longueur, le diamètre de la cavité gallaire.

Les faisceaux libéro-ligneux, très épais dans la région du pédicule, circulent au début indépendamment les uns des autres, le bois tourné vers l'extérieur de la galle. Ces faisceaux diminuent d'épaisseur dans la région supérieure et contractent entre eux de nombreuses anastomoses. Ils circulent entre les deux parenchymes et se terminent en pointe mousse.

La cavité gallaire de forme ovoïde est complètement remplie par les poils. A maturité on trouve les acariens libres au milieu de cette bourre végétale.



Il existe de grandes ressemblances entre les trois dernières cécidies que nous venons d'étudier. Elles commencent toutes par le stade *Erineum* accompagné de la décoloration des tissus de la feuille au niveau du point attaqué. A des degrés différents se produit ensuite une certaine voussure de la lame foliaire déterminée par l'intervention d'une zone génératrice annulaire dont le cloisonnement fournit l'excroissance gallaire.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

J'ai étudié dans ce travail l'anatomie et le développement des cécidies foliaires suivantes :

Diptérocécidies	Galle de l'*Hormomyia piligera*.		Sur le Hêtre.
	» l'*Hormomyia fagi*.		
	» l'*Hormomyia capreæ*.		Sur le Saule.
	Galloïde du *Cecidomyia marginemtorquens*.		
Acarocécidies	» *Cecidophyes truncatus*.		
	Galle du *Cecidophyes tetanothrix*.		
	» *Cecidophyes tetanothrix*, var. *lævis*.		
	Erineum alneum produit par *Phytoptus brevitarsus*.		Sur l'Aulne.
	Cephaloneon pustulatum produit par *Ph. lævis*.		
	Erineum axillare	» *Ph. alni*.	
	Cephaloneon myriadeum	» *Ph. macrorhynchus*	Sur l'Erable.
	Cephaloneon vulgare	» *Ph. macrorhynchus*	
	Cephaloneon solitarium	» *Ph. macrochelus*.	
	Erineum platonideum	» *Ph. macrochelus*.	
	Erineum purpurascens	» *Ph. macrochelus*.	
	Erineum du *Phytocoptes gymnaspis*.		
	Erineum effusum.		
	Erineum luteolum.		
	Phyllerium acerinum.		
	Phyllerium pseudoplatani.		
	Erineum nervophilum.		

J'ai donné, à la fin de chaque chapitre, le résumé des observations fournies par l'étude de chacun des groupes qui figurent dans cette liste : il me reste à indiquer les résultats généraux qui se dégagent de mon travail.

***

Toutes les cécidies étudiées proviennent de la réaction des tissus

foliaires contre l'action encore mal définie d'Acariens de la famille des Phytoptides ou de Diptères.

La réaction opposée par la feuille équivaut à un travail de défense, de protection, tendant à englober l'animal.

La feuille fournit à l'animal l'abri et le couvert.

Les premiers phénomènes de réaction de la feuille sont en rapport avec les phénomènes vitaux de l'animal gallicole.

***

Dans le cas des Diptérocécidies, jamais l'excroissance gallaire n'apparaît avant l'éclosion de la larve et la cécidie grandit en même temps que celle-ci. La cécidie et l'animal gallicole forment une association. Tout arrêt dans le développement de l'animal ou de la cécidie provoque des troubles vitaux chez l'autre individu qui constitue l'association. La mort d'un des deux associés entraîne nécessairement la mort de l'autre.

***

Dans le cas des acarocécidies, les Phytoptides sont susceptibles de changer de place et de provoquer par suite des phénomènes de réaction en différents points dans le cours du développement de la cécidie. Ces changements influent sur la forme de la cécidie. L'apparition des premiers phénomènes est en rapport avec la position de l'animal à la surface de la feuille.

***

La cécidie provient soit d'une invagination des tissus normaux de la feuille dont les cellules s'accroissent individuellement, soit du cloisonnement d'une zone génératrice basilaire qui apparaît dans les tissus les plus proches de l'animal gallicole.

***

Dans tous les cas, l'action de l'animal se traduit au début, localement, par la décoloration de la feuille et l'augmentation de la réserve amylacée.

Quand la galle résulte d'une invagination, l'oxalate de chaux ne

diminue pas. Quand c'est une zone génératrice qui produit l'excroissance, ce sel n'apparaît dans les tissus nouveaux qu'en très petite quantité.

⁂

Les réactions histologiques de la feuille se produisent d'une part dans les tissus en contact immédiat avec le Diptère ou les Acariens et d'autre part graduellement dans les tissus plus éloignés.

Dans la plupart des cas étudiés, l'animal se fixe à la face inférieure de la feuille et la plus grande partie de l'excroissance gallaire se produit vers la face supérieure. Cependant on peut toujours distinguer une courte région inférieure au centre de laquelle se trouve un orifice garni ou non de poils.

⁂

Les principales modifications que subissent les tissus de la feuille sont les suivantes :

L'épiderme inférieur a ses poils normaux modifiés dans leur forme ou dans leur structure.

Certaines de ses cellules se prolongent en poils de néoformation qui garnissent souvent l'orifice du canal gallaire (galle de l'*Hormomyia fagi* et la plupart des acarocécidies). Seules, les cellules stomatiques restent indifférentes ; cependant leur ostiole est susceptible de se fermer complètement.

Le parenchyme lacuneux peut subir deux modifications : ou bien ses cellules se tassent et leurs espaces aérifères disparaissent ; ou bien elles se cloisonnent et fournissent une zone génératrice très active.

Le parenchyme en palissade peut rester indifférent ou bien ses cellules s'allongent et se dilatent également par leur base pour produire l'enroulement du limbe. Ses cellules peuvent aussi se recloisonner (*Erineum axillare*) ou contribuer à la formation de la zone génératrice.

L'épiderme supérieur subit, dans certaines Diptérocécidies, une modification spéciale qui consiste en un décollement et en la formation d'une sorte de *membrane pupillaire* du centre de laquelle surgira plus tard l'excroissance. Parfois il est simplement mortifié

dès le début. Dans d'autres cas enfin ses cellules s'accroissent individuellement et contribuent à produire l'enroulement du limbe. (Galloïde du *Cecidomyia marginemtorquens*).

Les faisceaux libéro-ligneux participent aux réactions des tissus qui les entourent. L'excroissance gallaire étant insérée la plupart du temps au centre d'une maille vasculaire, les nervures intéressées subissent un accroissement considérable.

⁂

Les tissus gallaires proviennent soit de l'augmentation individuelle des tissus foliaires (la cécidie résulte alors d'une invagination) soit du cloisonnement d'une zone génératrice. Dans le premier cas ils rappellent les caractères de ceux de la feuille ; dans le second cas ils acquièrent une physionomie spéciale.

On peut toujours distinguer, dans la paroi de la galle, deux *épidermes* et un parenchyme : l'assise externe dont les cellules présentent souvent une cuticule épaisse ; l'assise interne dont les éléments ont des parois minces et se prolongent parfois en poils (Acarocécidies) ; le parenchyme présentant parfois une zone externe protectrice et une zone interne nutritive. Les cellules de la zone externe peuvent, dans le cours du développement, épaissir leurs parois et constituer une véritable gaine protectrice (Diptérocécidies).

Les faisceaux, ou bien sont de simples faisceaux foliaires modifiés (galle par invagination), ou bien résultent de la différenciation de certaines cellules de la zone génératrice. Ils sont alors formés de vaisseaux spiralés, annelés et réticulés et de cellules libériennes. Ils présentent une orientation normale.



La cavité gallaire est de forme variable, elle est souvent largement ouverte à l'extérieur (Acarocécidies). Dans certains cas (Diptérocécidies), le canal qui met en communication la cavité gallaire avec l'extérieur se ferme, par suite de l'accolement de ses parois, et l'animal gallicole adulte pour devenir libre doit attendre la chute de la cécidie.

* * *

Il existe dans certains groupes, des rapports anatomiques frappants entre les cécidies produites par des animaux du même genre (Diptérocécidies du Hêtre). Dans d'autres groupes on peut établir entre les cécidies une sorte de filiation anatomique évidente (Acarocécidies de l'Aulne).

Si d'une façon générale les Diptérocécidies foliaires étudiées paraissent plus différenciées que les Acarocécidies, il existe des exemples où c'est le contraire que l'on observe (galloïdes du *Cecidomyia marginemtorquens* et du *Cecidophyes truncatus*.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Fig. 1. — Coupe longitudinale de la galle jeune d'*Hormomyia piligera* passant par l'axe de la cavité gallaire : *G*, cavité gallaire; *o*, orifice du canal ; *s.c*, bourrelet annulaire primitif. *F.F'*, faisceaux foliaires hypertrophiés ; *f.f'*, faisceaux gallaires ; *ep.s*, épiderme supérieur de la feuille décollé; *p*, poils ayant soulevé l'épiderme. La portion ombrée de cette figure est reproduite en détail et grandie dans la figure 2.

Fig. 2. — *G*, cavité gallaire ; *o*, orifice du canal ; *s.c*, tissu scléreux du bourrelet annulaire; b^1, bois primaire , b^2, bois secondaire ; *z.c*, zone cambiale ; l^2, liber secondaire ; l^1, liber primaire (faisceau foliaire) ; *b*, bois ; *l*, liber (faisceau gallaire) ; *ep. s*, épiderme supérieur de la feuille décollé; p^1, poils unicellulaires épais ; p^2, poils pluricellulaires minces ; *g.p*, gaine protectrice du faisceau foliaire ; *p.p*, parenchyme en palissade de la feuille ; *p.l*, parenchyme lacuneux de la feuille ; *m*, zone génératrice ; *a.i*, assise interne ; *a.e*, assise externe de la galle ; *p.g*, parenchyme gallaire.

Fig. 3. — Cellules du tissu scléreux, formant le bourrelet annulaire, grandies.

Fig. 4. — Coupe transversale de la feuille du Hêtre, pratiquée au niveau d'une des fines ramifications des nervures ; *ep. s*, épiderme supérieur ; *ep. i*, épiderme inférieur ; *p.p*, parenchyme en palissade ;

p.l, parenchyme lacuneux ; *g.p*, gaîne protectrice du faisceau ; *b*, bois ; *l*, liber.

Fig. 5. — Galle de l'*Hormomyia piligera* à différents stades de son développement.

PLANCHE II.

Fig. 1, 2, 3. — Coupes longitudinales de la galle de l'*Hormomyia piligera* faites à différents niveaux : 1. au sommet, 2. région moyenne, 3. point d'insertion; *a.e*, assise externe de la galle; *p.e*, parenchyme externe; *z.e*, zone externe du parenchyme interne; *z.i*, zone interne du parenchyme interne; *b*, bois; *l*, liber; *a.i* 2, assise interne secondaire; *a.i* 1, assise interne primitive localisée au sommet et à la base de la galle; *m*, zone génératrice; *v.l-cl*, bois et liber du faisceau foliaire; *o.o'* points de séparation des tissus de la feuille d'avec ceux de la galle au moment de la chute de l'excroissance; *ep.s*, épiderme supérieur de la feuille; *p.p*, parenchyme en palissade; *p.l*, parenchyme lacuneux; *ep.i*, épiderme inférieur; *t.s*, tissu scléreux du bourrelet primitif.

Fig. 4. — Coupe transversale de la galle de l'*Hormomyia piligera* pratiquée dans sa région moyenne. Les lettres correspondent à celles des figures 1, 2, 3.

Fig. 5. — Cellules du parenchyme externe très grossies.

Fig. 6. — Coupe longitudinale complète de la galle d'*Hormomyia piligera*. Les régions ombrées correspondent aux dessins reproduits en 1, 2, 3.

PLANCHE III.

Fig. 1. — Dessins schématiques montrant la galle de l'*Hormomyia fagi* à ses différents stades.

Fig. 2. — Développement de la galle de l'*Hormomyia fagi*, phase d'élongation.

Fig. 3. — Développement de la galle d'*Hormomyia fagi* phase d'accroissement diamétral ; *a.e*, assise externe ; *p.s*, parenchyme scléreux ; *p.e*, parenchyme externe ; *b*, bois ; *l*, liber; *p.i*, parenchyme interne ; *a.i*, assise interne; *st*, stomate.

Fig. 4. — Feuille de Hêtre avec galles de l'*Hormomyia fagi* à différents stades.

Fig. 8. — Dessin semi-schématique représentant une coupe longitudinale complète à travers la galle de l'*Hormomyia fagi*. Les parties ombrées indiquent les régions grossies dans les figures 5, 6 et 7.

Fig. 5, 6 et 7. — Coupes longitudinales de la galle de l'*Hormomya fagi* faites à différents niveaux; *5*, au sommet; *6*, région moyenne; *7*, point d'insertion; *a.e*, assise externe de la galle; *p.s*, parenchyme scléreux ; *p.e*, parenchyme externe ; *z.e*, zone externe du parenchyme interne ; *b*, bois ; *l*, liber des faisceaux gallaires ; *z.i*, zone interne du parenchyme externe; *a.i*, assise interne primitive localisée au sommet et à la base de la galle; *a.i*2, assise interne secondaire; *m*, zone génératrice ;

ep.s, épiderme supérieur de la feuille ; *ep.i*, épiderme inférieur ; *pp*, parenchyme en palissade ; *p.l*, parenchyme lacuneux ; *f.f*, faisceaux foliaires ; *p.* poils.

Planche IV

Fig. 1. — Coupe transversale d'une nervure tertiaire de la feuille du *Salix aurita* : *ep.i.*, épiderme inférieur ; *ep.s.*, épiderme supérieur ; *sc.*, sclérenchyme ; *p.l.*, parenchyme lacuneux ; *p.p.*, parenchyme en palissade ; *st.*, stomate ; *c.o.*, cellule oxalifère ; *b.*, bois ; *l.*, liber.

Fig. 2. — Coupe transversale d'une nervure quaternaire de la feuille du *Salix aurita* ; *ep.i.*, épiderme inférieur ; *ep.s.*, épiderme supérieur ; *p.l.*, parenchyme lacuneux ; *p.p.*, parenchyme en palissade ; *b.*, bois ; *l.*, liber.

Fig. 3. — Coupe transversale de la feuille de *Salix aurita* au milieu d'une des plus fines mailles vasculaires : *ep.i.*, épiderme inférieur ; *ep.s.*, épiderme supérieur ; *p.p.*, parenchyme en palissade ; *p.l.*, parenchyme lacuneux ; *c.o.*, cellule oxalifère.

Fig. 4. — Coupe longitudinale schématique d'ensemble de la galle du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lœvis* sur *Salix aurita*.

Fig. 5. — Coupe longitudinale de la galle du *Cecidophyes tetanothrix*, var. *lœvis*. Région supérieure : *ep.s*, assise externe ; *p.e*, parenchyme externe ; *b*, bois ; *l*, liber ; *p.i*, parenchyme interne ; *ep.i*, assise interne.

Fig. 6. — Coupe longitudinale de la galle du *Cecidophyes tetanothrix* var. *lœvis*. Région inférieure : *ep.*, assise externe ; *po*, poil ; *pa*, parenchyme ; *b*, bois ; *l*, liber.

Fig. 7. — Coupe longitudinale schématique d'ensemble de la galle du *Cecidophyes tetanothrix* sur une feuille de *Salix alba*.

Fig. 8. — Coupe transversale de la feuille du *Salix alba* au début de la formation de la galle du *Cecidophyes tetanothrix* (stade invagination). Cette coupe montre l'apparition de la zone génératrice annulaire. *ep.s*, épiderme supérieur ; *ep.i*, épiderme inférieur ; *po*, poil ; *z.g*, zone génératrice ; *c.o*, cellule oxalifère ; *p.p*, parenchyme en palissade ; *b*, bois, *l*, liber.

Fig. 9. — Coupe longitudinale schématique d'ensemble de la galle du *Cecidophyes tetanothrix* sur une feuille de *Salix viminalis*.

Planche V

Fig. 1. — Feuille de *Salix caprea* vue par la face inférieure, portant des galles d'*Hormomyia capreæ*.

Fig. 2. — Coupe de la galle d'*Hormomyia capreæ*, très jeune au moment où la zone génératrice basilaire se cloisonne. Cette coupe est pratiquée transversalement à la feuille en passant par l'orifice de la galle : *ep.i*, assise interne de la galle ; *ep.s*, épiderme supérieur de la

feuille; *ep.e*, assise externe de la galle; *p.p*, parenchyme en palissade; *z*, zone génératrice; *b*, bois; *l*, liber; *p*, parenchyme gallaire.

FIG. 3. — Coupe de la galle adulte d'*Hormomyia capreæ* pratiquée transversalement à la feuille et passant par l'orifice : *ep.s*, épiderme supérieur; *ep.i*, épiderme inférieur; *p.p*, parenchyme en palissade; *p.l*, parenchyme lacuneux; *b*, bois; *l*, liber; *g.p*, gaine protectrice du faisceau; *G.P*, gaine protectrice de la galle; *p.e*, parenchyme de la région externe; *z.i*, zone interne du parenchyme gallaire; *z.e*, zone externe; *c.g*, cavité gallaire; *v.l*, vaisseaux ligneux; *F*, faisceau gallaire englobé dans la gaine protectrice.

FIG. 4. — I, II, III, IV, V. Dessin schématique représentant les différents stades du développement de la galle d'*Hormomyia capreæ*. La portion ombrée des stades IV et V indique le sclérenchyme.

PLANCHE VI.

FIG. 1. — Coupe transversale d'ensemble du galloïde du *Cecidophyes truncatus* NAL. à enroulement vers la face inférieure. Les lettres ont la même signification que dans la figure 3.

FIG. 2. — Coupe transversale du galloïde du *Cecidophyes truncatus* NAL. Le dessin représente la fig. 1 à un plus fort grossissement. Les lettres ont la même signification que dans la fig. 4; *k*, faisceau foliaire hypertrophié; *f*, faisceau marginal du galloïde.

FIG. 3. — Coupe transversale d'ensemble du galloïde du *Cecidophyes truncatus* NAL. Cette coupe est pratiquée perpendiculairement à la nervure médiane de la feuille et dans la partie centrale du galloïde. Le galloïde présente un enroulement vers la face supérieure; *a*, assise externe; *b*, assise interne; *sc*, sclérenchyme terminal; *f*, faisceau gallaire coupé transversalement; *f'*, faisceau gallaire coupé longitudinalement; *g*, canal conduisant à la cavité gallaire *h*; *m*, bord de la feuille hypertrophié; K, faisceau foliaire; *ep.s*, épiderme supérieur de la feuille; *ep.i*, épiderme inférieur. La partie ombrée est représentée grossie dans la figure 4.

FIG. 4. — Coupe transversale du galloïde du *Cecidophyes truncatus* NAL. à enroulement vers la face supérieure. Le dessin représente la portion ombrée de la figure 3, considérablement grossie; *a*, assise externe; *b*, assise interne; *sc*, sclérenchyme terminal, *p.i*, parenchyme interne; *h*, cavité gallaire; *p.e*, parenchyme externe; *c.l*, cellules libériennes; *v.l*, vaisseaux ligneux; *m*, zone génératrice.

PLANCHE VII

FIG. 1. — Coupe transversale de la feuille du *Salix purpurea* L.; *ep.i* épiderme inférieur; *p.l*, parenchyme lacuneux; *ep.s*, épiderme supérieur; *p.p*, parenchyme en palissade; *b*, bois; *l*, liber; *st*, stomate.

FIG. 2. — Coupe transversale du bord du limbe de la même feuille.

Les lettres de la figure 1 s'appliquent à la figure 2 ; *sc*, sclérenchyme marginal.

Fig. 3. — Coupe transversale schématique d'ensemble d'une feuille de *Salix viminalis* avec un galloïde de *Cecidomyia marginemtorquens*.

Fig. 4. — Coupe transversale d'ensemble (schéma) de la feuille du *Salix purpurea* avec un galloïde de *Cecidophyes truncatus* Nal.

Fig. 5. — Coupe transversale de la feuille normale du *Salix viminalis* : *ep.s*, épiderme supérieur; *p.p*, parenchyme en palissade ; *p.l*, parenchyme lacuneux; *ep.i*, épiderme inférieur.

Fig. 6. — Coupe transversale du galloïde du *Cecidomyia marginemtorquens*. Les lettres *ep.s'*, *ep.i'*, *p.p'*, *p.l'* correspondent aux lettres *ep.s*, *ep.i*, *p.p*, *p.l*, de la figure précédente.

Planche VIII

Fig. 1. — Coupe transversale de la feuille d'*Alnus glutinosa* Gærtn. : *ep.s*, épiderme supérieur; *t.s*, tissu sous-épidermique; *p.p*, parenchyme en palissade ; *p.l*, parenchyme lacuneux; *ep.i*, épiderme inférieur; *st*, stomate.

Fig. 2. — Coupe transversale de l'*Erineum alneum* produit par le *Phytoptus brevitarsus* Fockeu : *ep. s*, épiderme supérieur ; *t.s*, tissu sous-épidermique ; *p.p*, parenchyme en palissade ; *p.l*, parenchyme lacuneux ; *v.l*, vaisseaux ligneux ; *c.l*, cellules libériennes ; *ep. i*, épiderme inférieur ; *st*, stomate ; *p*, poil.

Fig. 3. — *a*, *b*, *c*, différentes formes de poils de l'*Erineum alneum*.

Fig. 4. Coupe longitudinale de l'*Erineum axillare* Schlecht., produit par le *Phytoptus alni* Fockeu. Cette coupe, perpendiculaire au plan de la feuille, est oblique par rapport à la direction de la nervure principale et de la nervure secondaire.

Fig. 5. — Coupe longitudinale de l'*Erineum axillare* produit par le *Phytoptus alni* Fockeu. Cette coupe est perpendiculaire au plan de la feuille et pratiquée suivant la bissectrice de l'angle que fait la nervure médiane avec la nervure secondaire.

Fig. 6. — Coupe pratiquée suivant la bissectrice de l'angle des nervures dans l'*Erineum axillare*, au sommet de l'angle : *ep.s*, épiderme supérieur; *t.s*, tissu sous-épidermique; *p.p*, parenchyme en palissade ; *p.l*, parenchyme lacuneux; *ep i*, épiderme inférieur; *v.l*, bois ; *c.l*, liber; *p.n*, poils de néoformation ; *p.m*, poil modifié.

Fig. 7. — Coupe de l'*Erineum axillare* faite suivant la bissectrice de l'angle des nervures. Cette coupe affecte la nervure tertiaire hypertrophiée; *ep.s*, épiderme supérieur; *t.s*, tissu sous-épidermique; *p.e*, parenchyme externe ; *p.i*, parenchyme interne ; *ep.i*, épiderme inférieur ; b^1, bois primaire; b^2, secondaire; *z.c*, zone cambiale; l^2, liber secondaire; l^1, liber primaire ; *p.n*, poil de néoformation ; *p*, poil normal.

Fig. 8. — Coupe de l'*Erineum axillare* suivant la bissectrice de l'angle des nervures, au point le plus éloigné du sommet : *a.e* , assise

externe ; *t.s.*, tissu sous-épidermique ; *p.e.*, parenchyme externe ; *p.i.*, parenchyme interne ; *a.i.*, assise interne ; *p.n.*, poil de néoformation ; *s.*, stomate.

Planche IX

Fig. 1. — Coupe schématique d'ensemble du *Cephaloneon pustulatum* Bremi, produit par le *Phytoptus lœvis* Nal. La coupe est pratiquée perpendiculairement au limbe foliaire et dans l'axe de la cécidie.

Fig. 2. — Région inférieure : *ep.s.*, épiderme supérieur de la feuille ; *ep.i.*, épiderme inf. ; *ep.g.*, assise interne de la galle ; *p.g.*, parenchyme gallaire.

Fig. 3. — Région du pédicule : *ep.e*, assise externe ; *ep.i*, assise interne ; *p.e*, parenchyme externe ; *p.i*, parenchyme interne ; *v.l*, vaisseaux ligneux ; *c.l*, cellules libériennes.

Fig. 4. — Région supérieure. Les lettres ont la même signification que dans la figure précédente : *p*, poil.

Fig. 5 — Coupe transversale, (c'est-à-dire tangentielle au plan de la feuille) du *Cephaloneon pustulatum* Bremi.

Planche X

Fig. 1. — Coupe transversale de l'*Erineum platonideum* produit par le *Phytoptus macrochelus* Nal. sur les feuilles d'*Acer platanoïdes* ; *ep.i*, épiderme inf. ; *ep.s*, épiderme supérieur ; *p.l*, parenchyme lacuneux ; *p.p*, parenchyme en palissade ; *s*, stomate ; *p*, poil.

Fig. 2. — *a.b.c*, différentes phases du développement d'un poil.

Fig. 3. — Un poil provenant de l'*Erineum platonideum* inséré sur la feuille d'*Acer pseudoplatanus* ; *ep.i*, épiderme inférieur ; *p.l*, parenchyme lacuneux.

Fig. 4. — Coupe transversale de l'*Erineum nervophilum ; v.l*, vaisseaux ligneux ; *c.l*, cellules libériennes ; *p.a*, parenchyme lacuneux ; *ep.i*, épiderme inférieur.

Fig. 5. — Coupe transversale de l'*Erineum effusum* sur la feuille d'*Acer monspessulanum* ; *p*, poil ; *ep.i*, épiderme inférieur ; *p.l*, parenchyme lacuneux ; *p.p*, parenchyme en palissade ; *ep.s*, épiderme supérieur.

Fig. 6. — Coupe transversale de l'*Erineum luteolum*, sur la feuille d'*Acer opulifolium.*

Fig. 7. — Coupe transversale de l'*Erineum* du *Phytocoptes gymnaspis* Nal. sur la feuille d'*Acer campestre* ; *ép.i*, épiderme inférieur ; *p.l*, parenchyme lacuneux ; *p*, poil.

Fig. 8. — Coupe transversale de l'*Erineum purpurascens* déterminé sur la feuille d'*Acer campestre* par le *Phytoptus macrochelus* Nal. ; *ep.s*, épiderme supérieur ; *p.p*, parenchyme en palissade ; *p.l*, parenchyme lacuneux ; *ep.i*, épiderme inférieur ; *p*, poil.

Fig. 9. — *a. b. c.* Différentes phases du développement d'un poil de l'*Erineum purpurascens.*

Fig. 10. — Coupe transversale du *Phyllerium acerinum* sur la feuille d'*Acer platanoïdes*.

Fig. 11. — Coupe transversale du *Phyllerium pseudoplatani* sur la feuille d'*Acer pseudoplatanus* L.; *ep.s*, épiderme supérieur; *p.p*, parenchyme en palissade; *p.l*, parenchyme lacuneux ; *ep.i*, épiderme interne ; *p*, poil.

Planche XI.

Fig. 1. — Coupe longitudinale du *Ceratoneon vulgare* produit sur la feuille d'*Acer platanoïdes* par le *Phytoptus macrorhynchus* Nal. ; galle jeune, au début de l'apparition de la zone génératrice.

Fig. 2. — *Ceratoneon vulgare* arrivé à son complet développement.

Fig. 3. — *Ceratoneon vulgare,* coupe longitudinale faite au moment de l'apparition de la zone génératrice; *ep.e*, assise externe ; *ep.i*, assise interne; *p*, parenchyme résultant du cloisonnement de la zone génératrice; *po*, poil; *m*, zone génératrice.

Fig. 4. — *Ceratoneon vulgare,* coupe longitudinale de la région basilaire; *ep.e*, assise externe; *ep.i*, épiderme inférieur de la feuille; *p*, parenchyme gallaire; *m*, zone génératrice; *p.p*, parenchyme en palissade; *p.l*, parenchyme lacuneux de la feuille ; *g.p*, gaîne protectrice ; *p.e*, parenchyme externe ; *p*. poil ; *l*, liber ; *z c*, zone cambiale ; *b*, bois ; *c.l*, cellules libériennes ; *v.l*, vaisseaux ligneux.

Fig. 5. — *Ceratoneon vulgare*. — Coupe longitudinale de la région moyenne : *ep. e*, assise externe ; *ep. i*, assise interne ; *p*, poil ; *p.i*, parenchyme interne; *p.e*, parenchyme externe; *v.l*, vaisseaux ligneux ; *c.l*, cellules libériennes.

Fig. 6. — *Ceratoneon vulgare*. — Coupe longitudinale de la région supérieure : *ep. e*, assise externe; *ep. i*, assise interne ; *pa*, parenchyme; *p*, poil.

Fig. 7. — *Ceratoneon vulgare*. — Coupe transversale de la région moyenne : *ep. e*, assise externe ; *ep. i*, assise interne ; *p.e*, parenchyme externe ; *v.l*, vaisseaux ligneux ; *c.l*, cellules libériennes.

Fig. 8. — Coupe transversale de la feuille d'*Acer platanoïdes* : *ep.i*, épiderme inférieur; *ep.s*, épiderme supérieur; *p.l*, parenchyme lacuneux; *p.p*. parenchyme en palissade; *l*, liber; *b*, bois; *s*, stomate.

Planche XII

Fig. 1. — Coupe longitudinale d'ensemble du *Cephaloneon myriadeum* Br. produit sur la feuille d'*Acer campestre* par le *Phytoptus macrorhynchus* Nal.

Fig. 2. — Coupe longitudinale de la région basilaire du *Cephaloneon myriadeum* Br. : *ep.e*, assise externe; *ep.i*, assise interne; *po.e*, poil externe; *po.i*, poil interne; *c.l*, cellules libériennes; *v.l*, vaisseaux ligneux; *p*, parenchyme homogène de la base; *p.i*, parenchyme interne; *p.e*, parenchyme externe; *g.p*, gaîne protectrice.

Fig. 3. — Coupe longitudinale de la région moyenne du *Cephaloneon myriadeum* Br. Les lettres ont la même signification que dans la fig. 2.

Fig. 4. — Coupe longitudinale de la région supérieure du *Cephaloneon myriadeum* Br. Les lettres ont la même signification que dans les figures 3 et 4.

Fig. 5. — Coupe longitudinale d'ensemble du *Cephaloneon solitarium* Br. produit sur la feuille d'*Acer campestre* par le *Phytoptus macrochelus* Nal.

Fig. 6. — Coupe longitudinale de la région basilaire du *Ceratoneon solitarium* Br.: *p.e*, poil externe; *p.i*, poil interne ; *ep.e*, assise externe ; *ep.i*, assise interne; *p*, parenchyme; *ep.f*, épiderme inférieur de la feuille; b^1, bois primaire; b^2, bois secondaire ; *z.c*, zone cambiale ; l^1, liber primaire ; l^2, liber secondaire ; *g.p*, gaîne protectrice.

Fig. 7. — Coupe longitudinale de la région du pédicule du *Cephaloneon solitarium* Br. : *ep.e.*, assise externe ; *ep.i.*, assise interne ; *p.e.*, parenchyme externe; *p.i.*, parenchyme interne; *v.l.*, vaisseaux ligneux; *c.l.*, cellules libériennes ; *p.r.*, poil rigide ; *p.f.*, poil flexueux.

Fig. 8. — Coupe longitudinale de la région supérieure du *Cephaloneon solitarium* Br.: *po.e.*, poil externe ; *p.e*, parenchyme externe ; *p.i.*, parenchyme interne ; *ep.i.*, assise interne ; *ep.e.*, assise externe ; *p.r.*, poil rigide ; *p.f.*, poil flexueux.

SECONDE THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ :

ZOOLOGIE. — Les Acariens gallicoles.

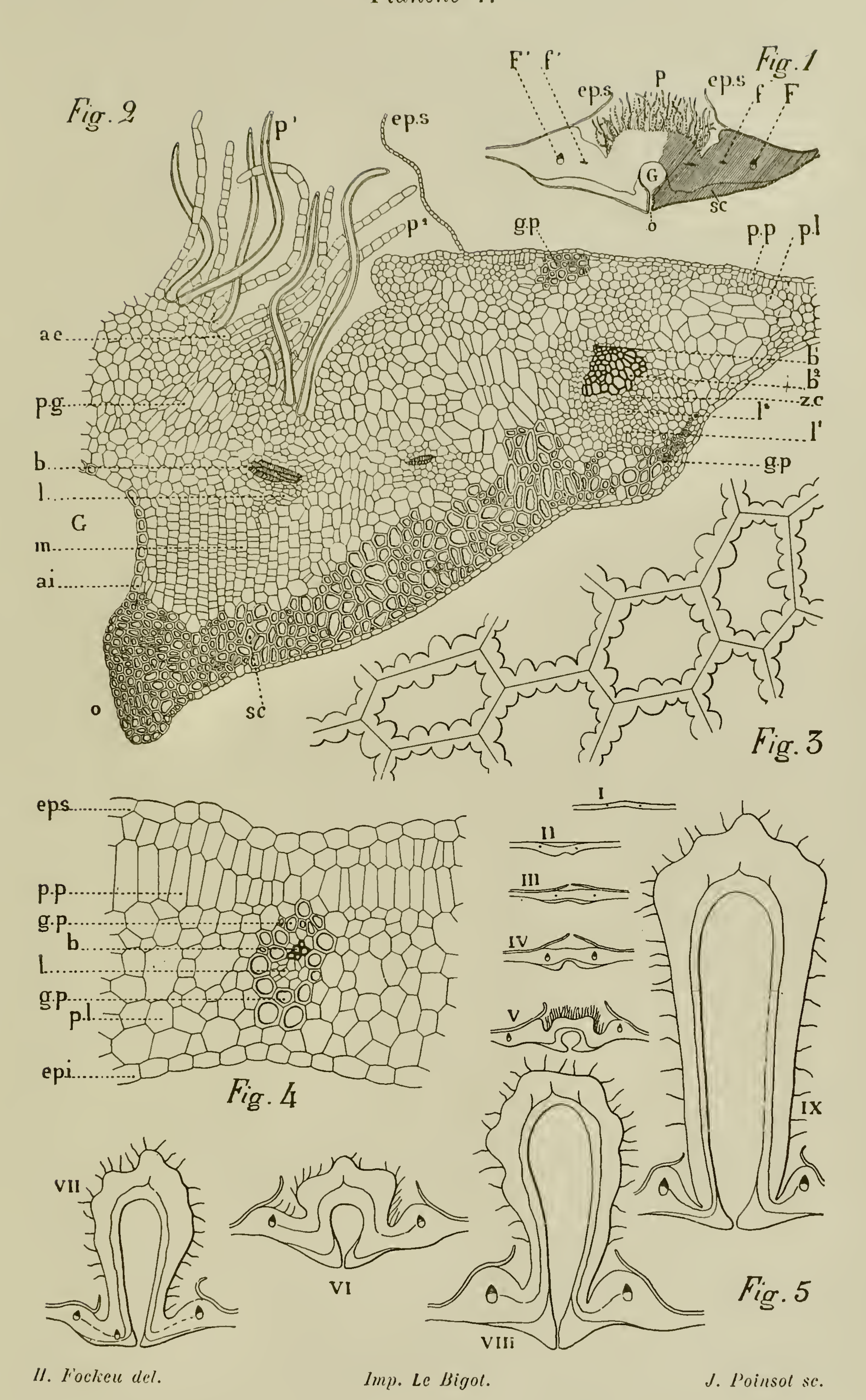
GÉOLOGIE. — Constitution géologique du massif de l'Ardenne.

Vu et approuvé :
Paris, le 14 Novembre 1896,
Le Doyen de la Faculté des Sciences,
G. DARBOUX.

Vu et permis d'imprimer :
Le 15 Novembre 1896,
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
GRÉARD.

LILLE. — IMP. LE BIGOT FRÈRES.

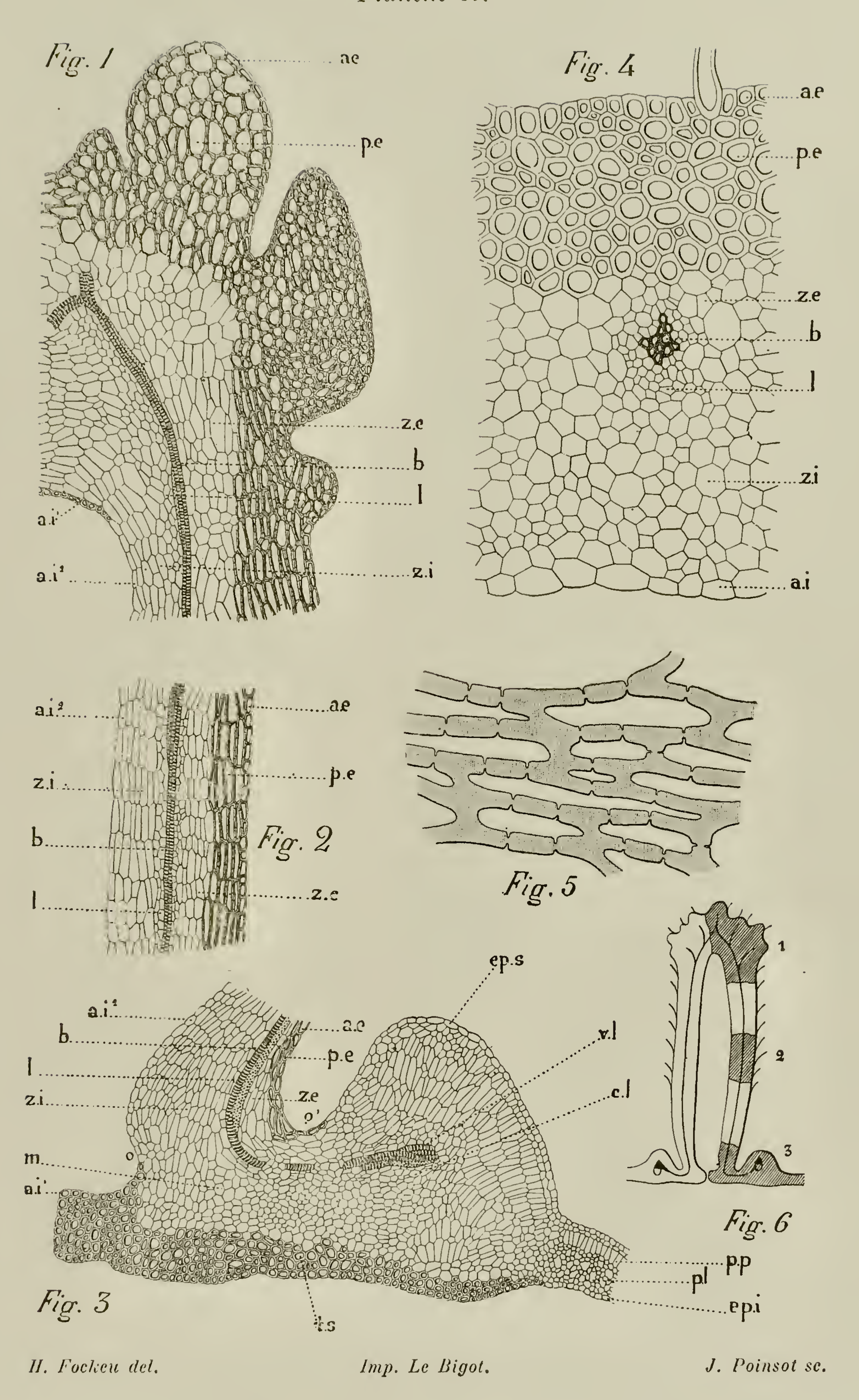
Planche I.



H. Fockeu del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

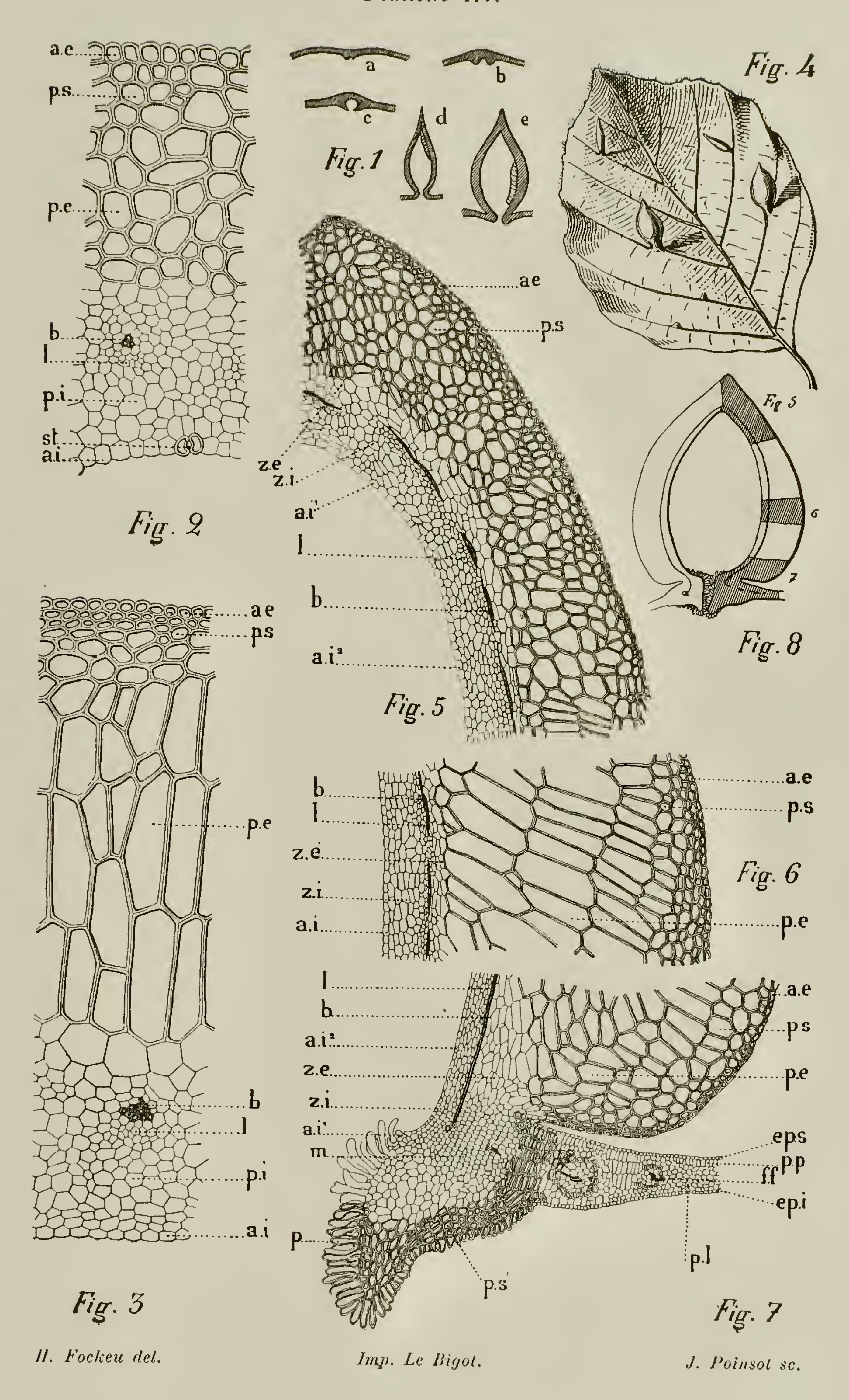
Galles du Hêtre.

Planche II.



H. Focheu del. *Imp. Le Bigot.* *J. Poinsot sc.*

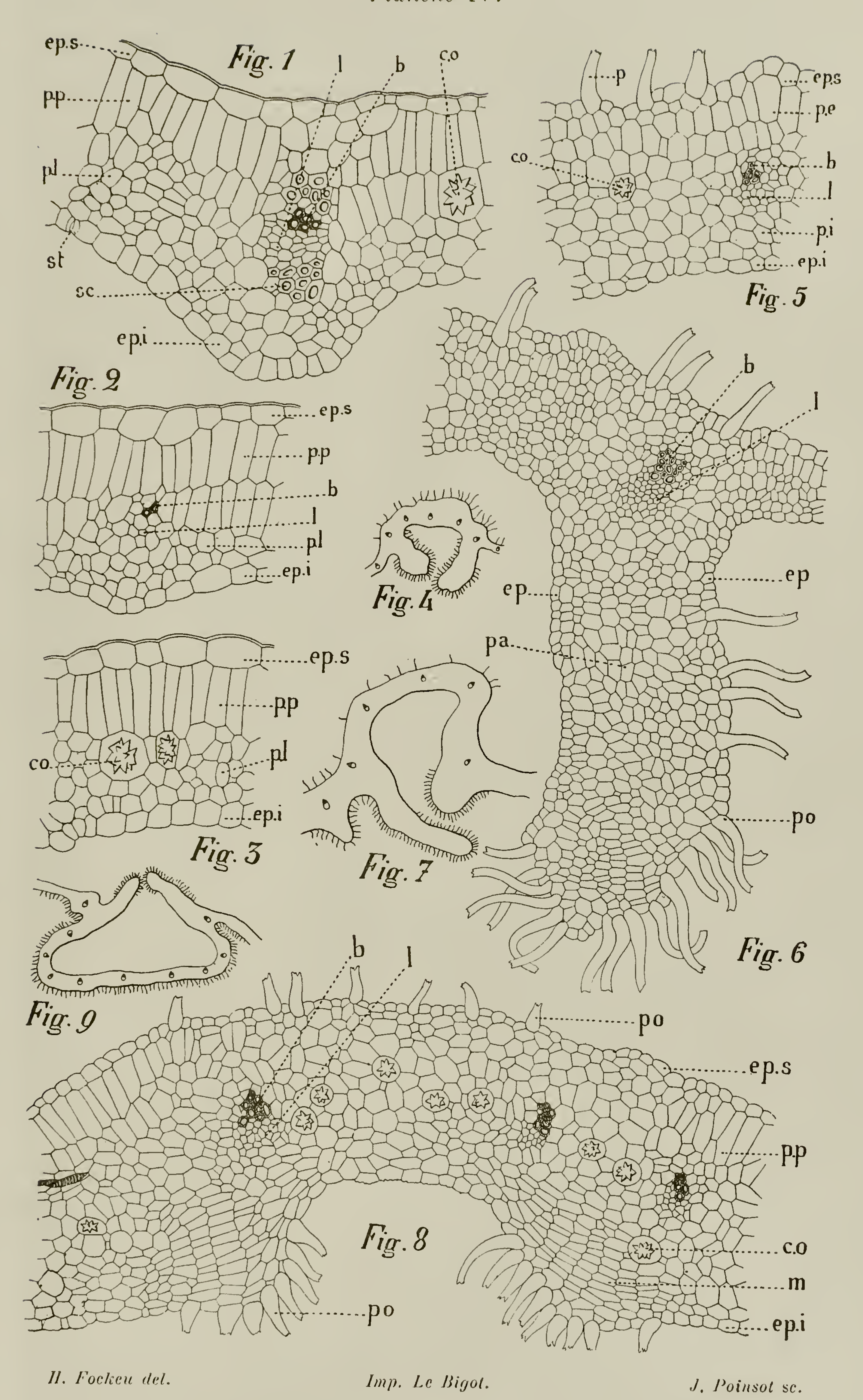
Galles du Hêtre.



H. Fockeu del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

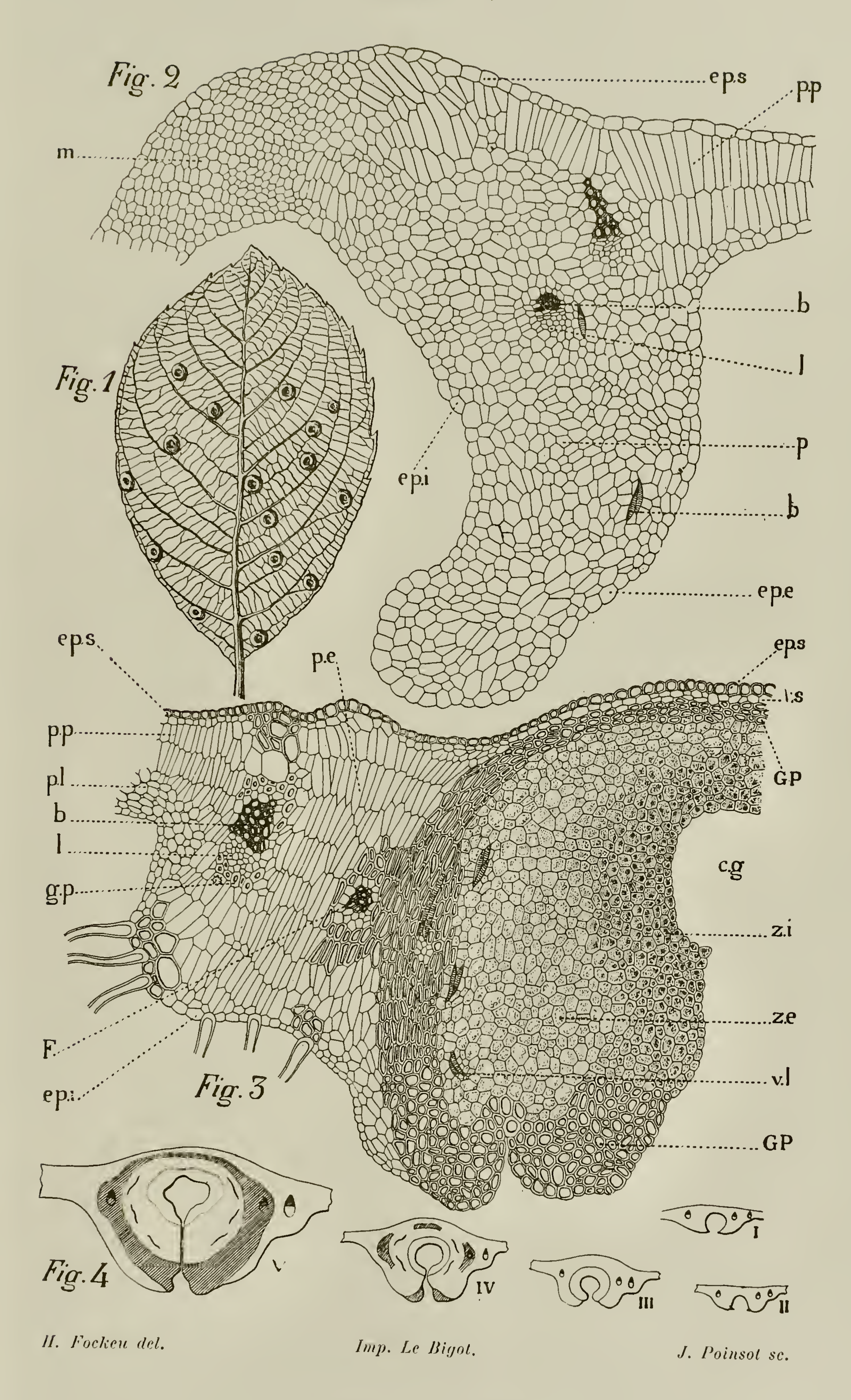
Galles du Hêtre.

Planche IV.



H. Fockeu del. *Imp. Le Bigot.* *J. Poinsot sc.*

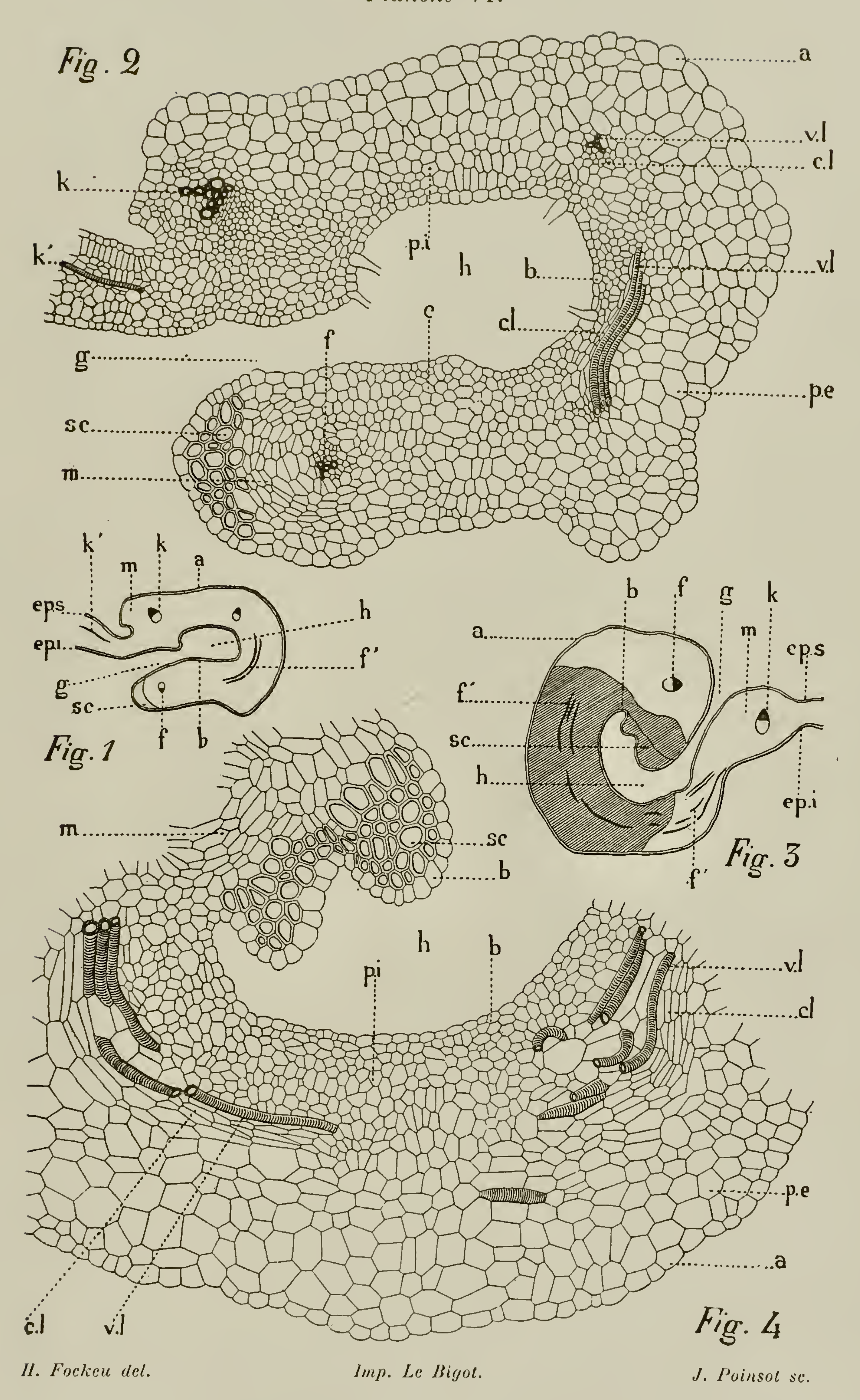
Galles du Saule.



H. Focheu del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

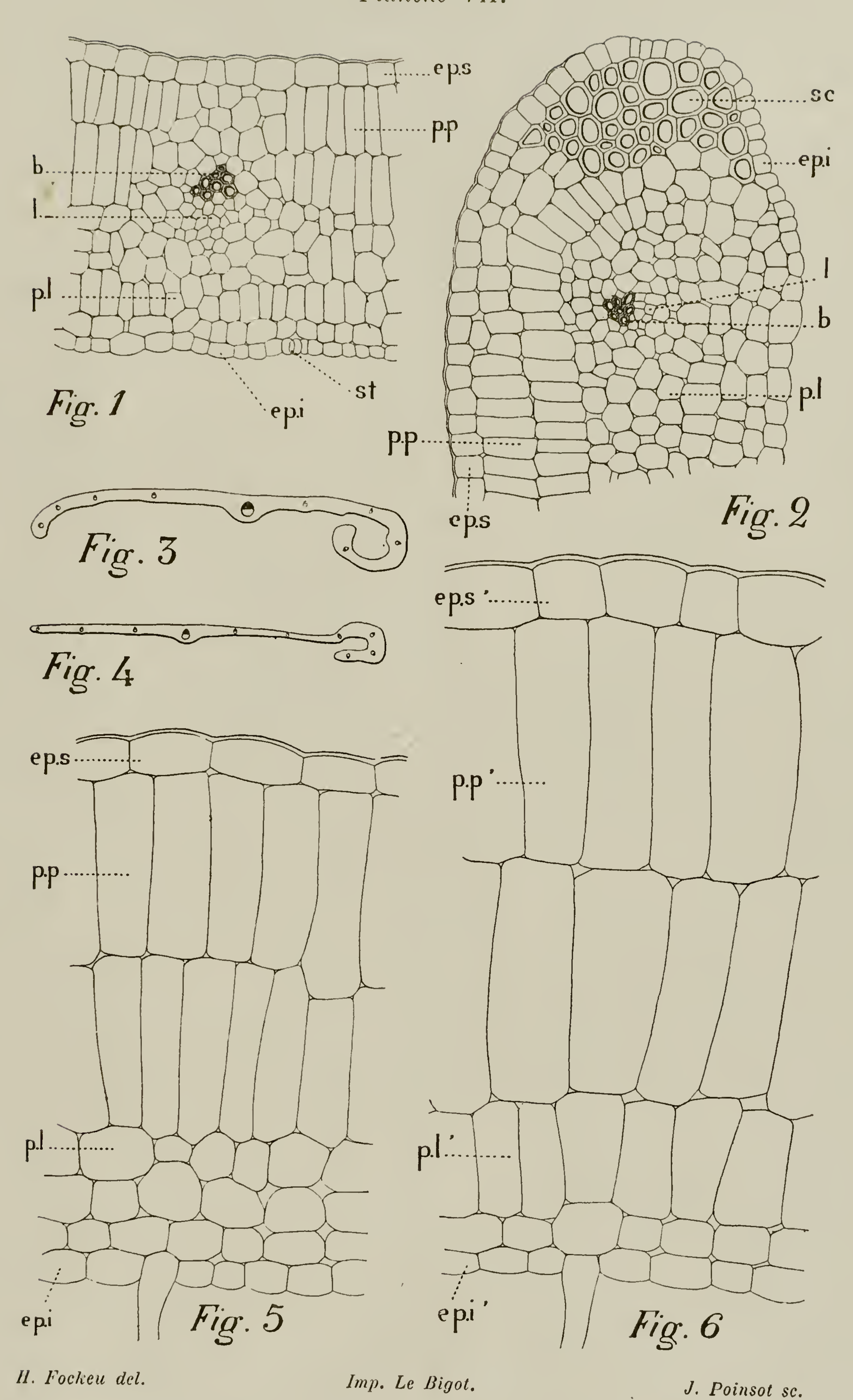
Galles du Saule.

Planche VI.



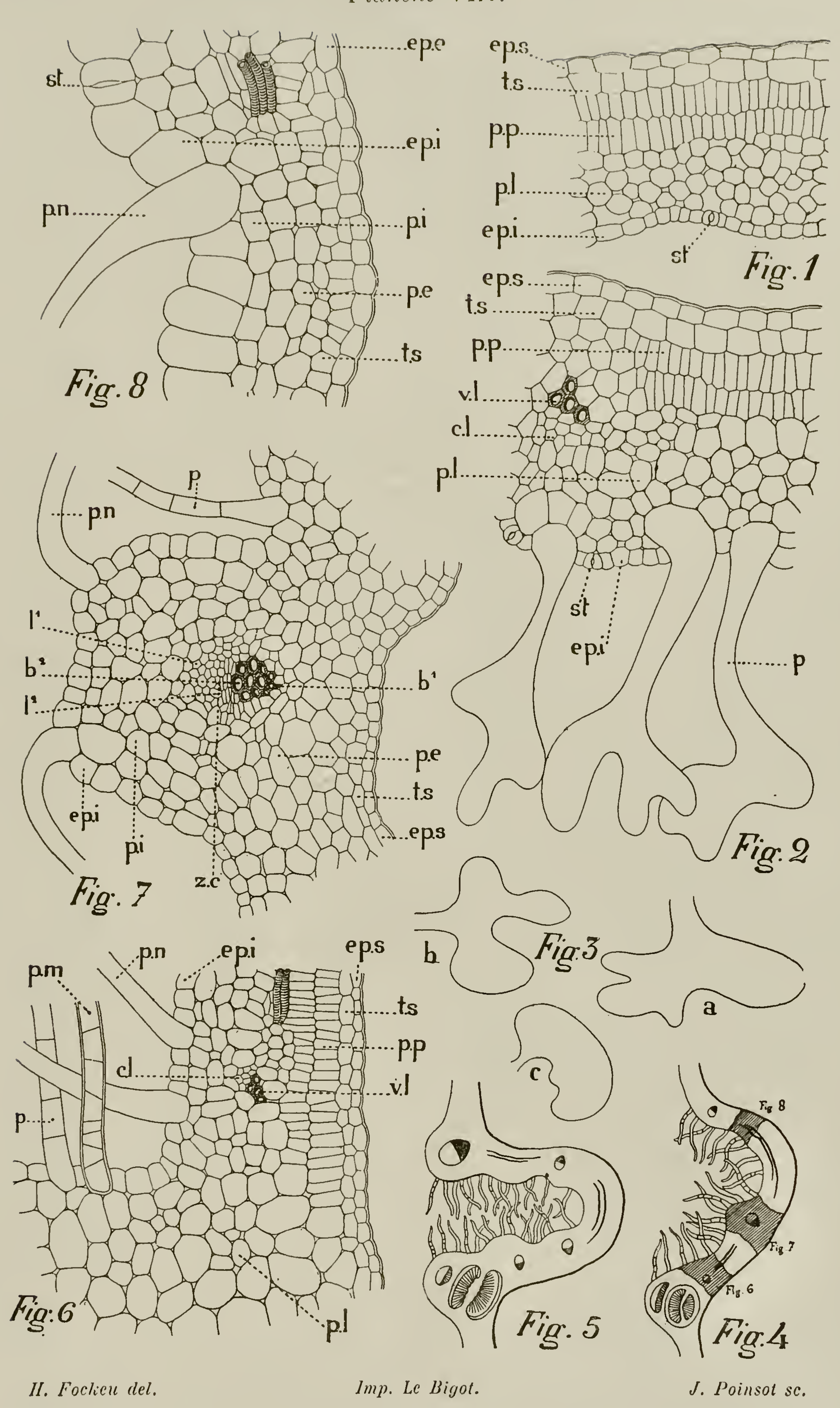
H. Fockeu del. *Imp. Le Bigot.* *J. Poinsot sc.*

Galles du Saule.



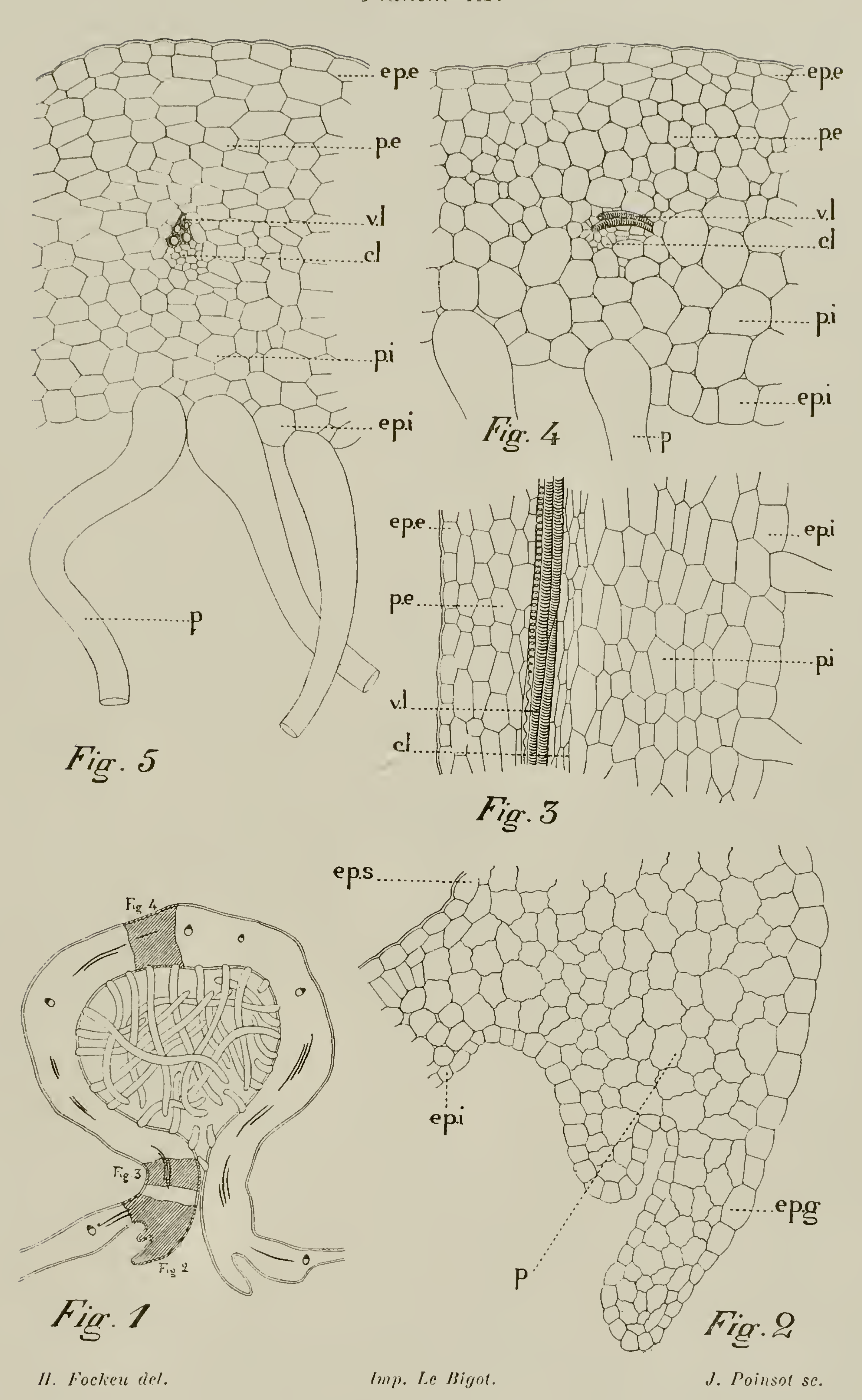
H. Fockeu del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Galles du Saule.



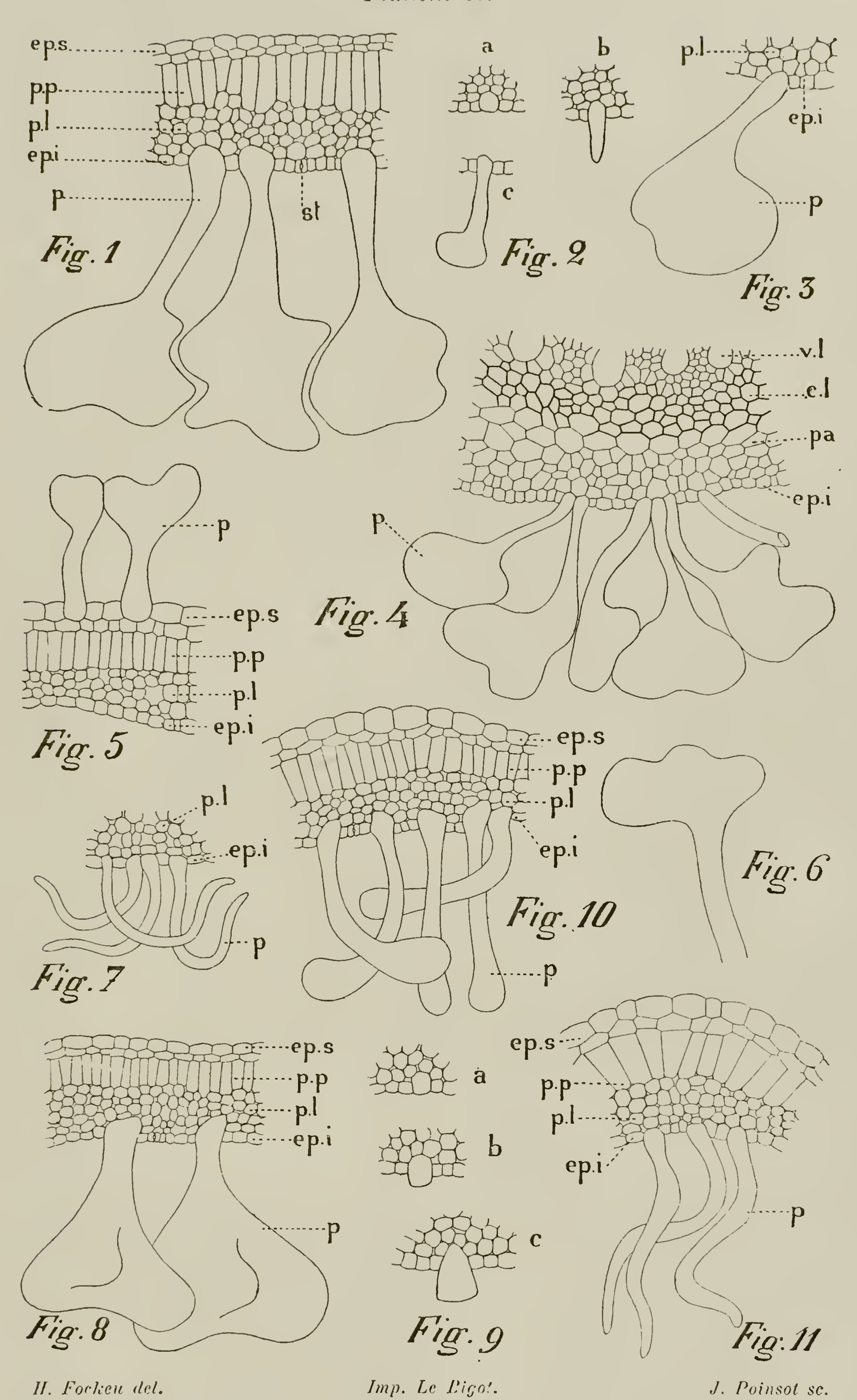
H. Fockeu del. *Imp. Le Bigot.* *J. Poinsot sc.*

Galles de l'Aulne.



H. Fockeu del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

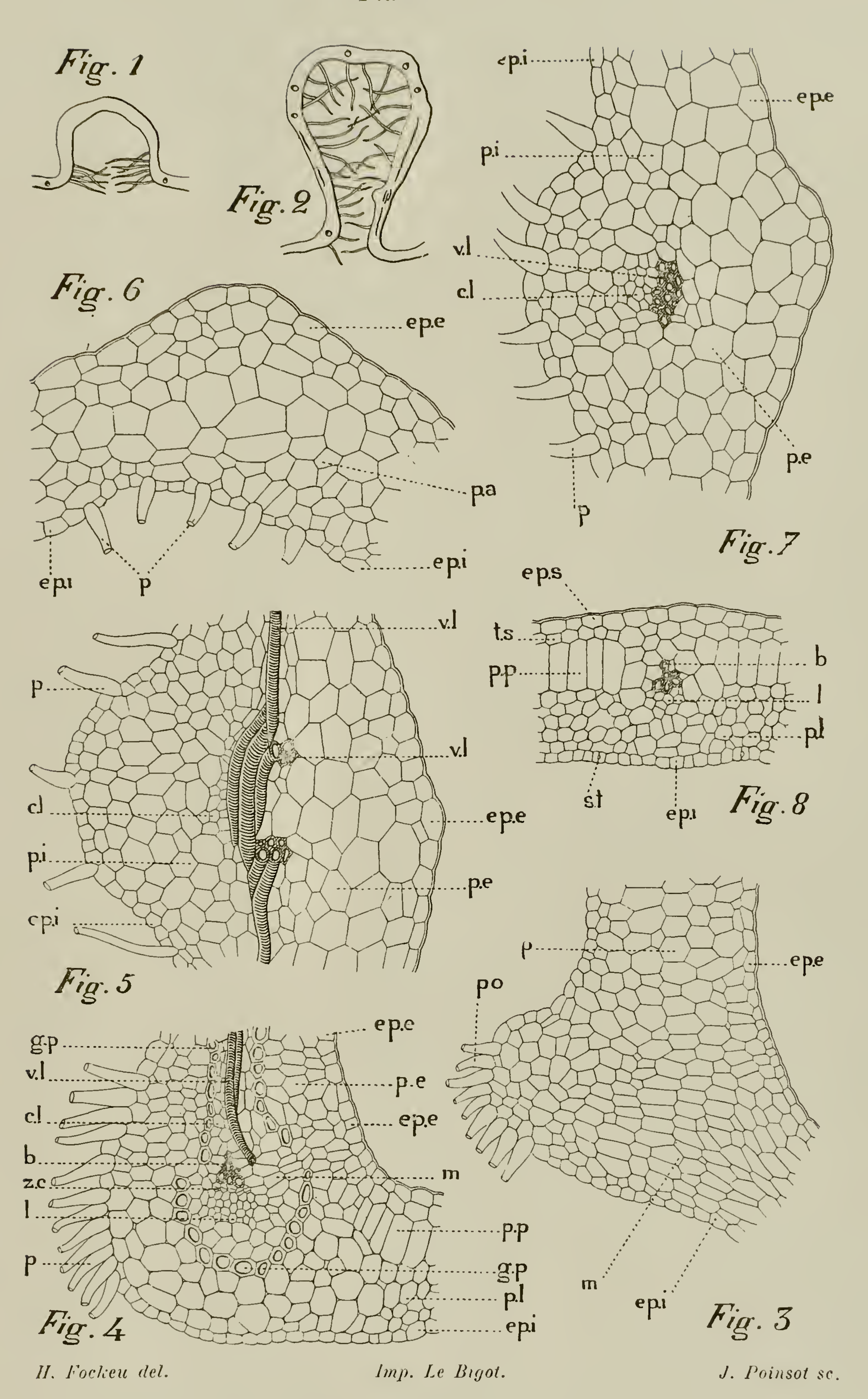
Galles de l'Aulne.



H. Focken del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

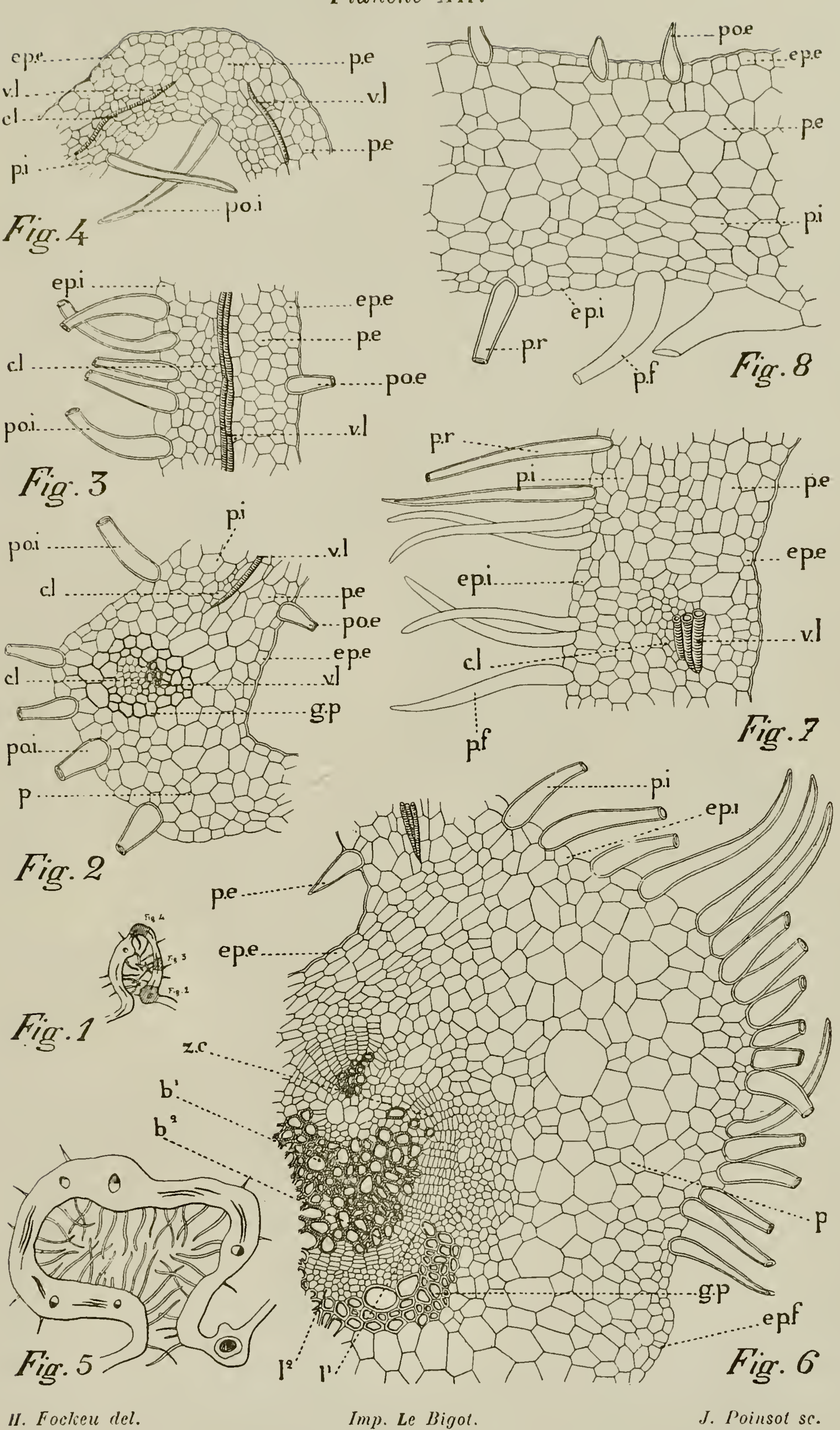
Galles de l'Érable.

Planche XI.



H. Focken del. — Imp. Le Bigot. — J. Poinsot sc.

Galles de l'Érable.



H. Fockeu del. Imp. Le Bigot. J. Poinsot sc.

Galles de l'Érable.

